

Н. А. Дробница

60 схем радиолюбительских устройств

Издательство «Радио и связь»

ББК 32.844
Д 75
УДК 621.396.69:001.92

Дробница Н. А.

Д 75 60 схем радиолюбительских устройств. — М.: Радио и связь, 1988. — 120 с.: ил. — (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1116).

ISBN 5-256-00070-5.

Описаны радиолюбительские устройства различного назначения, разработанные и испытанные автором.
Даны их принципиальные схемы, описания и характерные особенности налаживания. Устройства собраны на транзисторах и микросхемах широкого применения.
Для широкого круга радиолюбителей.

Д $\frac{\textbf{2402020000-046}}{\textbf{046(01)-88}}$ **КБ—27—5—87** **ББК 32.844**

Рецензент Б. С. Иванов

Научно-популярное издание

ДРОБНИЦА НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ

60 СХЕМ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ УСТРОЙСТВ

Руководитель группы МРБ И. Н. Суслова
Редактор Т. В. Жукова
Художественный редактор Н. С. Шеин
Технический редактор И. Л. Ткаченко
Корректор Т. Л. Кускова

ИБ № 1784

Сдано в набор 14.08.87 Подписано в печать 27.11.87
Т-19077 Формат 60×90/16 Бумага тип. № 2 Гарнитура литературная Печать высокая
Усл. печ. л. 7,5 Усл. кр.-отт. 7,875 Уч.-изд. л. 9,90 Тираж 100 000 экз.
(1-й завод: 1—50 000 экз.) Изд. № 22240 Зак. № 149 Цена 70 к.
Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Московская типография № 5 ВГО «Союзучетиздат». 101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

ISBN 5-256-00070-5

Предисловие

Эта книга предназначена для всех, кто интересуется радиоэлектроникой и занимается конструированием бытовых электронных устройств. Здесь даны принципиальные схемы и описания простых измерительных приборов и индикаторов различного назначения, генераторов, электронных реле, переговорных устройств, учебных устройств и источников питания, разработанных и испытанных автором. Часть приведенных в этой книге устройств была опубликована в брошюре «30 схем радиолюбительских устройств» (издательство «Радио и связь», 1982), остальные публикуются впервые. С целью улучшения параметров в некоторые ранее разработанные приборы автором внесены небольшие изменения. Описанные устройства предназначены для применения в быту, а также на производстве или в учебных организациях.

Большинство устройств просты и доступны для самостоятельного повторения в бытовых условиях радиолюбителями средней квалификации. Они выполнены на современной элементной базе широкого применения. В описании указана возможная замена использованных элементов на другие, близкие по параметрам. Указаны характерные особенности налаживания.

Радиолюбители могут использовать в описанных устройствах и другие элементы, не указанные на схеме и в описании, но для их пригодности необходимо провести испытание. Поэтому автор не может давать консультации по вопросам «Можно ли...», «Что будет, если...» и т. п. Ответы на интересующие Вас вопросы можно получить в «Радиотехнической консультации», о работе которой можно узнать из журнала «Радио», 1985, № 5, с. 57.

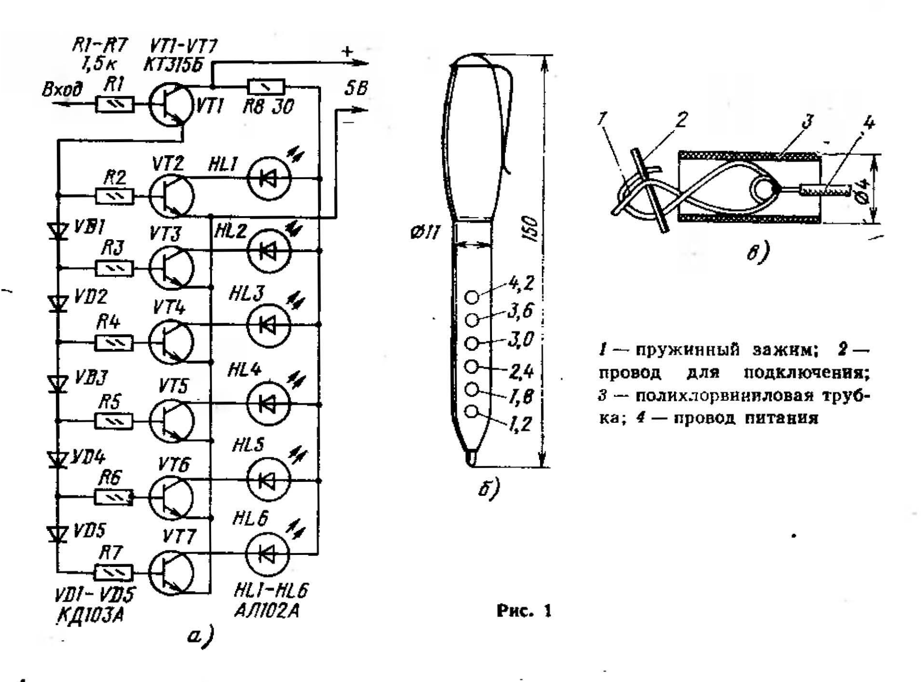
ИНДИКАТОРЫ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Вольтметры-индикаторы

Вольтметры, погрешность измерения которых превышает 4%, относятся к группе индикаторов. Вольтметры-индикаторы можно изготовить без применения дорогостоящих электроизмерительных приборов, используя светоизлучающие элементы — неоновые лампы, люминесцентные светодиоды и жидкокристаллические индикаторы.

Высокоомные вольтметры-индикаторы допускается использовать при ремонте большинства радиоаппаратов, так как разброс режимов по напряжению до 10%, как правило, не ухудшает технических характеристик устройства.

Для измерения напряжения на цифровых микросхемах, питающихся от источника тока напряжением +5 В, можно использовать вольтметр-индикатор, схема которого показана на рис. 1,*а*. Индикация напряжения осуществляется шестью светодиодами в пределах 1,2—4,2 В через каждые 0,6 В. Входное сопротивление индикатора не менее 20 кОм, напряжение питания +5 В, ток потребления при излучающих светодиодах — около 60 мА.



1 — пружинный зажим; *2* — провод для подключения; *3* — полихлорвиниловая трубка; *4* — провод питания

Рис. 1

В индикаторе использован принцип работы, заключающийся в фиксации падений напряжений на переходах база — эмиттер транзисторов и прямых падений напряжений на диодах, которые равны 0,6 В на каждом элементе.

Индикатор собран на транзисторах VT1—VT7 и светодиодах HL1—HL6. Для увеличения входного сопротивления прибора предназначен транзистор VT1, включенный по схеме эмиттерного повторителя. При напряжении на входе менее 1,2 В транзисторы VT1 —VT7 закрыты и светодиоды HL1—HL6 погашены. Если напряжение на входе несколько превышает 1,2 В, образуется цепь тока через базы транзисторов VT1, VT2 и светодиод HL1 загорается. Дальнейшее повышение напряжения на 0,6 В приводит к образованию дополнительной цепи тока через диод VD1, резистор R3 и переход база — эмиттер транзистора VT3 и включению светодиода HL2. Аналогично включаются и остальные светодиоды при повышении напряжения на входе до 4,2 В.

Если во входную цепь подключить стабилитрон в стабилизирующем направлении, индикатором можно будет измерять напряжения, начиная с напряжения стабилизации стабилитрона. Таким индикатором удобно контролировать напряжение аккумуляторной батареи. При увеличении напряжения питания необходимо использовать резистор R8 на большее сопротивление.

Для индикатора можно применять транзисторы КТ315 (любые из серии) со статическим коэффициентом передачи тока 50...60, диоды из серии КД102, КД103.

Вольтметр-индикатор собран в пластмассовом корпусе авторучки (рис. 1,*б*), внутренняя часть которой удалена, и на ее место установлена монтажная плата, вырезанная из стеклотекстолита толщиной 1 мм. В нижней части платы помещен контакт из спиральной пружины, касающийся измерительной иглы, закрепленной с помощью эпоксидного компаунда в торце корпуса. Выше пружинного контакта на плате установлены шесть светодиодов и остальные элементы индикатора. Верхняя часть монтажной платы заканчивается штырем из винта М3 длиной 25 мм, на которой в нерабочем положении индикатора намотаны провода марки МГТФ-0,12 для подключения питания. Для удобства включения индикатора к проводам питания припаяны пружинные миниатюрные зажимы (рис. 1,*в*).

Соединение элементов выполняют проводом ПЭЛШО 0,12 или ПЭВ-2 0,12. После проверки работоспособности индикатора монтажную плату со стороны выводов элементов следует залить эпоксидным компаундом. В корпусе напротив светодиодов нужно просверлить отверстие диаметром 2,5 мм, возле которых выгравировать цифры, соответствующие значениям напряжения свечения светодиодов.

Налаживание индикатора сводится к подборке светодиодов с одинаковой яркостью свечения.

Для уменьшения времени ремонта сложной электронной аппаратуры целесообразно при ее разработке или модернизации предусмотреть индикатор режимов работы, с помощью которого можно оперативно проверить режимы по постоянному току всех узлов устройства. Схема одного из вариантов такого индикатора показана на рис. 2. Входной ток индикатора 0,1 мА, напряжение питания 10 В, ток потребления от источника питания не более 10 мА.

Устройство содержит измерительный мост на резисторах R4—R6 и транзисторе VT1, в диагональ которого включены светодиоды HL1 и HL2. При балансе моста, когда сопротивление транзистора эквивалентно 1 кОм, напряже-

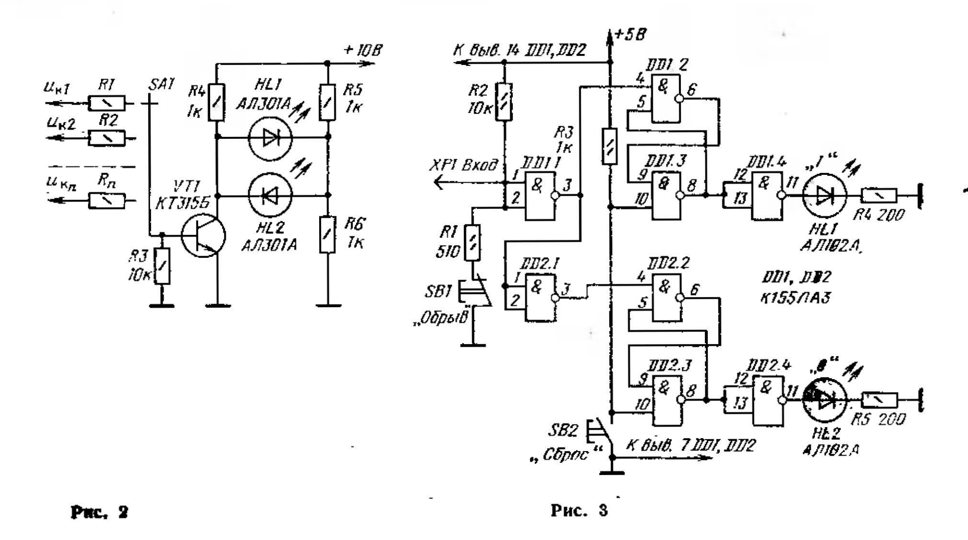


Рис. 2 Рис. 3

ние на светодиодах отсутствует и они погашены. Если контролируемое напряжение превышает установленное значение, транзистор VT1 будет открыт и светодиод HL2 светится. Пониженное контролируемое напряжение приводит к закрыванию транзистора VT1 и свечению светодиода HL1.

Для уменьшения размеров индикатора вместо переключателя SA1 можно использовать фольгированные проводники платы, форма которых должна соответствовать показанной на схеме. При контроле режимов работы концом отвертки поочередно замыкают проводники, соединенные с входными резисторами $R1$—R_n с проводником, подключенным к базе транзистора. Входные резисторы рассчитывают исходя из значения контролируемого напряжения — 10 кОм на 1 В, при условии, что статический коэффициент передачи тока транзистора VT1 равен 50. В этом случае устанавливается баланс измерительного моста и светодиоды погашены.

Для индикатора следует применять светодиоды, которые дают достаточную яркость свечения при токе 5 мА.

Пробники для цифровых микросхем

При работе с цифровыми микросхемами удобно пользоваться пробником, схема которого изображена на рис. 3. С его помощью можно определить: логическое состояние элементов микросхемы, переход из состояния логического 0 в 1 и наоборот, наличие обрыва входной цепи, поступление серии периодических импульсов; фиксировать одиночные импульсы малой длительности, которые невозможно наблюдать на электронно-лучевой трубке обычного осциллографа из-за слабого свечения люминофора.

Пробник собран на двух четырехэлементных микросхемах типа К155ЛА3 и содержит: два входных инвертора на элементах DD1.1, DD2.1, два RS-триггера на элементах DD1.2, DD1.3 и DD2.2, DD2.3, два элемента индикации DD1.4, DD2.4, нагрузкой которых служат светодиоды HL1 и HL2. Триггер на элементах DD1.2, DD1.3 фиксирует наличие на входе пробника напряжения высоко-

го уровня (лог. 1), триггер на элементах DD2.2, DD2.3 — наличие на входе пробника напряжения низкого уровня (лог. 0).

После подключения пробника к источнику питания при неподключенном входе на выходе элемента DD1.1 устанавливается напряжение высокого уровня, на входе элемента DD2.1 — напряжение низкого уровня. Напряжение низкого уровня переводит по входу *4* триггер на элементах DD2.2, DD2.3 в состояние, при котором его выходной сигнал соответствует напряжению низкого уровня. При этом с выхода элемента DD2.4 поступает напряжение высокого уровня и светодиод HL2 светится. Состояние триггера на элементах DD1.2, DD1.3 не определено, поскольку на его вход (вывод *4*) поступает напряжение высокого уровня. Светодиод HL1 может или светиться, или быть погашенным. При нажатии на кнопку SB2 «Сброс» на выходах триггеров устанавливается напряжение высокого уровня, на выходах элементов DD1.4 и DD2.4 — низкого и оба светодиода гаснут. После отпускания кнопки триггер на элементах DD2.2, DD2.3 напряжением низкого уровня по входу (вывод *4*) переключается и светодиод HL2 вновь начинает светиться. Триггер на элементах DD1.2, DD1.3 остается в прежнем состоянии, и светодиод HL1 погашен. Если на вход пробника подать напряжение низкого уровня, состояние элементов не изменяется. Светящийся светодиод HL2 показывает наличие на входе напряжения низкого уровня.

При поступлении на вход пробника напряжения высокого уровня триггер на элементах DD1,2, DD1.3 изменяет свое состояние и начинает светиться светодиод HL1. Состояние триггера на элементах DD2.2, DD2.3 не изменяется, поскольку на его вход поступает напряжение высокого уровня. В это время светятся оба светодиода. После нажатия на кнопку «Сброс» триггер на элементах DD2.2, DD2.3 переключается и светодиод HL2 гаснет. Триггер на элементах DD1.2, DD1.3 устанавливается в свое прежнее состояние, и светодиод HL1 светится. Если на вход пробника поступает одиночный импульс низкого или высокого уровня, то после его прохождения начинают светиться оба светодиода. После нажатия на кнопку «Сброс» остается гореть только тот светодиод, который светился до поступления импульса. При поступлении на вход устройства серии периодических импульсов будет гореть оба светодиода. Если в это время нажать на кнопку «Сброс», оба светодиода погаснут, при отпускании кнопки — опять начнут светиться. Обрыв измеряемой цепи определяют изменением напряжения низкого уровня на высокий при нажатии на кнопку SB1.

При работе с пробником определение входного напряжения сводится к следующему. Логический уровень входного напряжения определяется после сброса триггеров пробника кнопкой SB2. При изменении уровня входного сигнала с низкого на высокий или наоборот начинают светиться оба светодиода. Если после установки триггеров устройства в нуль остается светиться лишь один светодиод, который горел до изменения логического состояния входного сигнала, то на вход поступал один или несколько импульсов, если светится только другой светодиод, — изменился логический уровень входного сигнала.

Пробник можно собрать на микросхемах типа К131ЛА3 или К133ЛА3. Для удобства анализа входного сигнала желательно применить в пробнике светодиод HL1 красного, а HL2 зеленого свечения. Для пробника можно использовать пластмассовый корпус любой формы.

Пробник, схема которого показана на рис. 4, имеет более широкие функциональные возможности по сравнению с предыдущим. Он позволяет, кроме

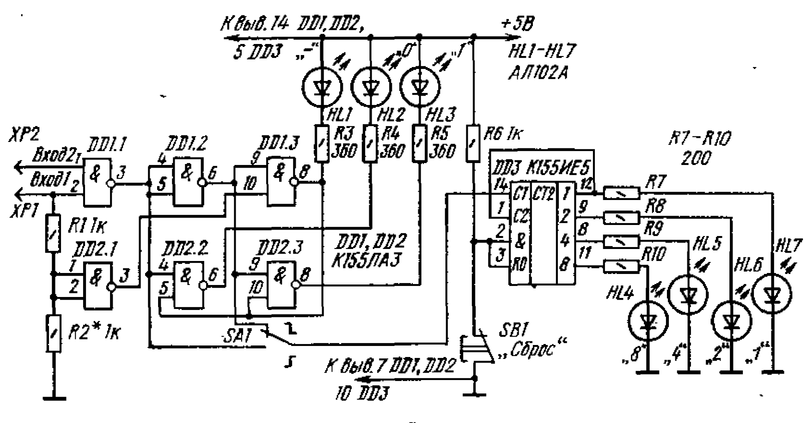


Рис. 4

указанных в предыдущем варианте измерений, производить счет входных импульсов до 16, поступающих на вход *1*, находящийся в логической связи И со входом *2*.

Устройство собрано на трех микросхемах DD1—DD3 и семи светодиодах VL1—VL7. На элементах DD1.1—DD1.3, DD2.1—DD2.3 и светодиодах HL1—HL3 выполнено устройство управления работой пробника с индикацией логического состояния входа *1* (при напряжении высокого уровня на входе *2*). На микросхеме DD3 собран четырехразрядный двоичный счетчик импульсов с индикацией содержимого.

В исходном состоянии при неподключенных входах пробника и после нажатия на кнопку SB1 «Сброс» на выходах микросхем установлены следующие напряжения: на элементах DD1.1, DD1.3, DD3 — низкого уровня (лог. 0), на DD1.2, DD2.1, DD2.2, DD2.3 — высокого уровня (лог. 1). При этом светится только светодиод HL1, индуцируя отсутствие входной цепи. При поступлении на вход *1* напряжения высокого уровня на выходах элементов DD1.1, DD2.1, DD2.3 устанавливается напряжение низкого уровня, на выходах элементов DD1.2, DD1.3, DD2.2 — напряжение высокого уровня. В этом случае светится только светодиод HL3. Если на вход *1* поступит напряжение низкого уровня, элементы микросхем, за исключением DD1.3, переключатся в другое логическое состояние, и начнет светиться светодиод HL2. При установленном переключателе SA1 в верхнее (по схеме) положение в счетчик DD3 занесется 1 и начнет светиться светодиод HL7. Серия периодических импульсов индицируется постоянным свечением светодиодов HL2 и HL3 индикации логического состояния и светодиодов HL4—HL7 счетчика.

Пробник можно также собрать и на микросхемах серии К133. При его налаживании следует подобрать резистор R2, который на выходе элемента DD2.1 при отсутствии входной цепи устанавливает напряжение высокого уровня, а при входном сигнале высокого уровня — сигнал низкого уровня.

Приставка к авометру для измерения параметров импульсных сигналов

При отсутствии осциллографа параметры импульсных периодических сигналов можно измерить авометром с помощью приставки, принципиальная схема которой изображена на рис. 5. Приставка позволяет измерить частоту следования сигналов любой формы в пределах 10 Гц ... 300 кГц, длительностью от 2 мкс до 10 мс, амплитудой 1 ... 50 В, а также определить примерную форму сигнала, значение постоянной составляющей и полярность импульсов. Приставка питается от гальванической батареи напряжением 4,5 В. Ток потребления при различных режимах работы не превышает 10 мА.

Устройство состоит из входного делителя напряжения, диодного ограничителя, согласующего усилителя, несимметричного триггера, ждущего мультивибратора и транзистора для регулирования напряжения питания.

Входной делитель собран на резисторах R1—R4. Резистор R1 ограничивает ток через диоды VD1—VD5. Резистор R4 предназначен для уменьшения нелинейности шкалы напряжения переменного резистора R2. Диодный ограничитель собран на диодах VD1—VD5. Диод VD1 пропускает входной сигнал отрицательной полярности на общий провод устройства и тем самым защищает полевой транзистор VT1 от пробоя высоким напряжением. Диоды VD2—VD5 ограничивают положительное напряжение на затворе полевого транзистора VT1.

Согласующий усилитель на полевом транзисторе VT1 управляет работой несимметричного триггера на транзисторах VT2 и VT3. При отсутствии сигнала на входе приставки транзисторы VT1 и VT2 открыты, транзистор VT3 закрыт. В этом случае сигнал на ждущий мультивибратор на транзисторах VT4 и VT5 не поступает, и он находится в исходном состоянии — транзистор VT5 открыт, VT4 закрыт. Если на вход приставки поступит положительное напряжение, транзистор VT1 закроется. Это приводит к переключению несимметричного триггера в состояние, при котором транзистор VT2 закрыт, VT3 открыт. При уменьшении входного напряжения транзистор VT1 открывается, а несимметричный триггер возвращается в исходное состояние и коротким положительным импульсом, образованным от спада импульса, запускает ждущий муль-

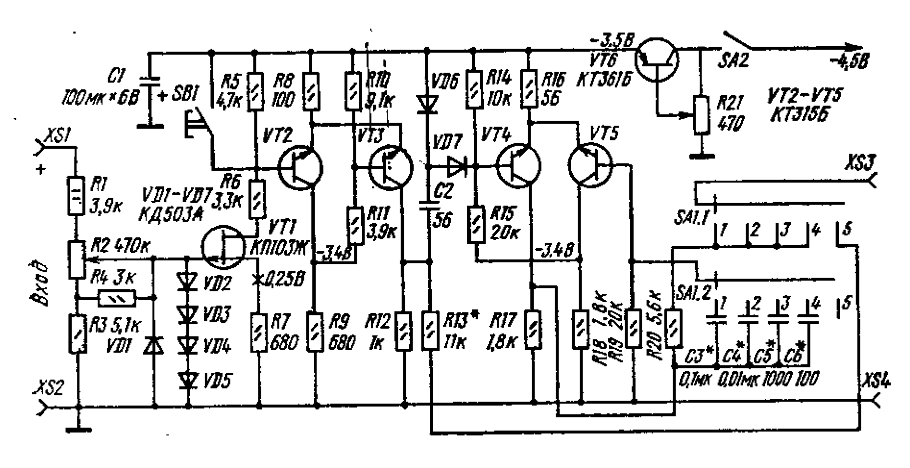


Рис. 5

тивибратор. Длительность импульса ждущего мультивибратора определяется положением переключателя SA1 и зависит от емкости одного из подключенных конденсаторов С3—С6. Регулятор напряжения на транзисторе VT6 позволяет перед измерением устанавливать резистором R21 напряжение питания узлов устройства 3,5 В, исключая погрешность измерения от нестабильности напряжения батареи.

Для приставки пригодны высокочастотные кремниевые транзисторы со статистическим коэффициентом передачи тока 50 ... 100, например КТ315Б, КТ306В. Транзисторы для несимметричного триггера и ждущего мультивибратора следует подобрать попарно с примерно одинаковыми параметрами. Диоды кремниевые высокочастотные, у которых общая емкость не превышает 2,5 пФ и прямой ток не менее 20 мА. Конденсаторы С3—С6 необходимо применить с малым ТКЕ. Приставку используют с тестером, имеющим шкалу тока 0,3 мА, например Ц4312. Если шкала у тестера меньше 0,3 мА, необходимо подобрать номинал резисторов R13 и R20 приставки.

Для налаживания приставки необходим генератор, позволяющий плавно регулировать выходной сигнал по частоте в пределах 10 Гц ... 300 кГц, и источник постоянного тока с регулируемым выходным напряжением 0,5 ... 50 В. Налаживание приставки начинают с установки переменным резистором R21 напряжения — 3,5 В на эмиттере транзистора VT6. Затем проверяют режимы транзисторов по постоянному току. Они не должны отличаться более чем на 10% от указанных на схеме. После этого переключатель SA1 устанавливают в положеиие 5, нажимают кнопку SB1 и подбирают резистор R13 таким, чтобы стрелка измерительного прибора, подключенного к выходу в гнезда XS3 и XS4, отклонилась на последнее деление шкалы. Затем градуируют шкалу напряжения движка переменного резистора R2, подавая на вход напряжение от источника постоянного тока. Устанавливая напряжение на источнике 1; 2,5; 5; 10; 20; 30; 40; 50 В и перемещая движок переменного резистора R2 с нижнего (по схеме) положения, отмечают на его шкале положения, при которых стрелка измерительного прибора уходит от нуля к последней отметке шкалы. После этого производят калибровку измерительного прибора приставки по частоте входного сигнала. Переключатель SA1 устанавливают в положение 1, и на вход приставки подают сигнал частотой 300 Гц. Подбором конденсатора С3 добиваются отклонения стрелки измерительного прибора на последнее деление шкалы. Аналогичным способом калибруют частотомер в положениях 2—4 переключателя SA1, подавая соответственно входной сигнал частотой 3, 30 и 300 кГц.

Измерение импульсных сигналов начинают с установки номинального напряжения питания приставки переменным резистором R21. Для этого, подключив измерительный прибор к выходу, нажимают на кнопку SB1 и ручкой переменного резистора R21 устанавливают стрелку измерительного прибора на последнее деление шкалы. Частоту входного сигнала отсчитывают по шкале измерительного прибора в одном из положений 1—4 переключателя SA1. Амплитудное значение входного сигнала и его длительность определяют в положении 5 переключателя SA1. Амплитуду считывают со шкалы переменного резистора R2 при перемещении его движка с нижнего (по схеме) положения до положения, при котором стрелка измерительного прибора отклоняется от нуля. Относительиую длительность сигнала определяют в положении 5 переключателя SA1, принимая последнее показание шкалы за длительность, равную 1. Дли-

тельность сигнала (в миллисекундах) получают как частное от деления относительной длительности на частоту (в килогерцах) входного сигнала.

Определить примерную форму сигнала можно измерением относительной длительности на различных уровнях измерения амплитуды. Например, если при вращении ручки переменного резистора R2 длительность сигнала не изменяется, то сигнал имеет прямоугольную форму. Если длительность сигнала при увеличении уровня измерения амплитуды уменьшается равномерно — сигнал либо пилообразной, либо треугольной формы. При синусоидальном сигнале с увеличением амплитуды измерения его длительность уменьшается равномерно. Постоянную составляющую входного сигнала определяют также измерением длительности на различных уровнях амплитуды сигнала. Амплитуду постоянной составляющей считывают со шкалы переменного резистора R2 в таком положении его ручки, при котором относительная длительность сигнала равна 1 (стрелка измерительного прибора устанавливается на последнее деление шкалы). При отрицательном входном сигнале стрелка измерительного прибора устанавливается на нулевую метку.

Фазоуказатель

Подключение некоторых устройств, работающих от трехфазной сети переменного тока напряжением 380 В, например электродвигателей, должно соответствовать правильной последовательности чередования фаз. Для определения последовательности чередования фаз можно собрать индикатор, схема которого показана на рис. 6. Прибор имеет простую схему, высокую надежность и не требует автономного источника питания.

Принцип работы прибора основан на образовании различных фазных напряжений при емкостной нагрузке в одной фазе и активных нагрузках в двух других фазах. При указанных на схеме номиналах резисторов и конденсатора образуются следующие фазные напряжения: $U_B=1{,}49U_Ф$; $U_C=0{,}4U_Ф$, где $U_Ф$ — фазное напряжение в трехфазной симметричной системе. Из этого следует, что при правильном чередовании фаз напряжение в фазе B более чем в 3 раза превышает напряжение в фазе C. Неоновая лампа HL1 при превышении падения напряжения на резисторе R2 более чем на 60 В зажигается, индицируя правильную последовательность чередования фаз. В случае неправильной последовательности чередования фаз падение напряжения на резисторе R2 значительно меньше порога зажигания неоновой лампы, и она погашена.

Конструктивно фазоуказатель состоит из трех пустотелых ручек, с расположенными в них элементами. С одной стороны ручки заканчиваются металлическими измерительными наконечниками, с другой — гибкими соединительными проводами. В ручке фазы B напротив расположения неоновой лампы вырезано отверстие. На концах ручек возле наконечников нанесены надписи соответствующих фаз.

Индикатор уровня сигнала на светодиодах

Стрелочные индикаторы уровня сигнала имеют большую инерционность. Поэтому они не реагируют на сигналы, имеющие малую длительность, даже при большой их амплитуде, что снижает достоверность индикации. Кроме того, стрелочные индикаторы имеют невысокую надежность из-за подвиж-

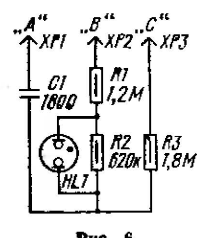


Рис. 6

ных механических деталей. Указанных недостатков лишен электронный индикатор уровня сигнала на светодиодах, схема которого показана на рис. 7.

Устройство питается от источника постоянного тока напряжением 9 В, средний ток потребления 30 мА. Индикатор может быть использован для определения уровня сигнала записи магнитофона или выходной мощности усилителя. В первом варианте использования индикатора на его вход подают сигнал с линейного выхода магнитофона, во втором варианте — с выхода усилителя. Для свечения всех светодиодов на вход индикатора необходимо подавать сигнал звуковой частоты амплитудой не более 200 мВ.

Устройство состоит из двухкаскадного УЗЧ, собранного на транзисторах VT1, VT2, и шестикаскадного порогового усилителя на транзисторах VT3—VT8, в коллекторные цепи которых включены светодиоды HL1—HL6. Роль пороговых элементов выполняют прямые переходы диодов VD1—VD5 и переходы база — эмиттер транзисторов VT3—VT8.

При отсутствии входного сигнала транзисторы VT1—VT8 закрыты и светодиоды HL1—HL6 погашены. Поступающие отрицательные полупериоды входного сигнала открывают транзистор VT1, коллекторный ток которого открывает транзистор VT2. В зависимости от амплитуды входного сигнала открываются транзисторы VT3—VT8 и зажигаются соответствующие светодиоды. Для увеличения яркости свечения светодиодов предназначен конденсатор C2. Резисторы R7—R18 служат для ограничения тока в коллекторных и базовых цепях транзисторов VT3—VT8. Последний каскад порогового усилителя с помощью конденсатора C3 осуществляет задержку индикации после окончания сигнала. Это дает возможность индицировать кратковременные сигналы аналогично пиковому индикатору.

Уменьшить дискретность индикации можно путем увеличения числа каскадов пороговых усилителей. При этом необходимо выбрать источник питания индикатора на большее напряжение и использовать токоограничительные резисторы в коллекторных цепях транзисторов VT3—VT8 на большее сопротивление. Подбор этих резисторов осуществляют при подаче на вход максимального синусоидального напряжения, при котором все светодиоды светятся. В этом случае коллекторные токи транзисторов VT3—VT8 не должны превышать 10 мА.

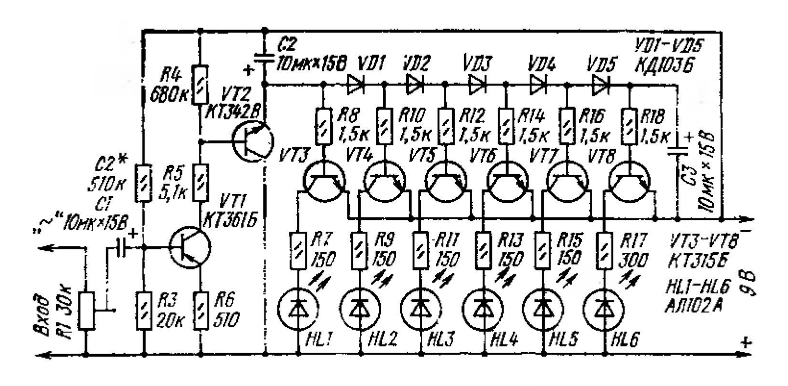


Рис. 7

Устройство можно собрать на любых маломощных кремниевых транзисторах соответствующей структуры со статическим коэффициентом передачи тока не менее 250. Диоды кремниевые маломощные любого типа. Светодиоды красного свечения на рабочий ток 5—10 мА.

При налаживании индикатора необходимо подобрать резистор R2 таким, чтобы без подачи входного сигнала светодиод HL1 был на границе свечения, но еще не светился. После этого переменным резистором R1 устанавливают нужную чувствительность индикатора.

Индикатор стереобаланса на светодиодах

В стереофонических усилителях для сравнения уровня выходного сигнала одного канала по отношению к другому можно использовать индикатор стереобаланса на светодиодах, схема которого показана на рис. 8,*а*. Индикатор позволяет сравнивать усредненные значения уровней двух сигналов звуковой частоты с амплитудой от 0,4 до 10 В. Равенство входных сигналов индикаторов определяют по погашению двух светодиодов. При разных уровнях входных сигналов светится только тот светодиод, который соответствует каналу с большим выходным сигналом.

Индикатор питается от источника постоянного тока напряжением 9 В и потребляет ток не более 15 мА.

Устройство состоит из узла сравнения на диодах VD1, VD2, резисторах R1, R2, конденсаторах C1, C2 и двух усилителей постоянного тока на транзисторах VT1, VT2 и VT3, VT4, причем усилители имеют противоположные реакции на полярность входного сигнала. В коллекторные цепи выходных транзисторов усилителей включены светодиоды HL1 и HL2. Входы индикатора подключены к выходам усилителей стереоканалов. Через вход *1* проходит только положительная часть сигнала, через вход *2* — отрицательная. При равенстве входных сигналов напряжение на конденсаторах C1, C2 равно нулю, транзисторы VT1 и VT3 закрыты и светодиоды HL1 и HL2 погашены. При увеличении амплитуды сигнала на входе *1* напряжение на конденсаторах C1, C2 становится положительным. Транзистор VT1 закрывается, VT2 открывается, и светодиод HL1 начинает светиться. Если на вход 2 поступит сигнал, боль-

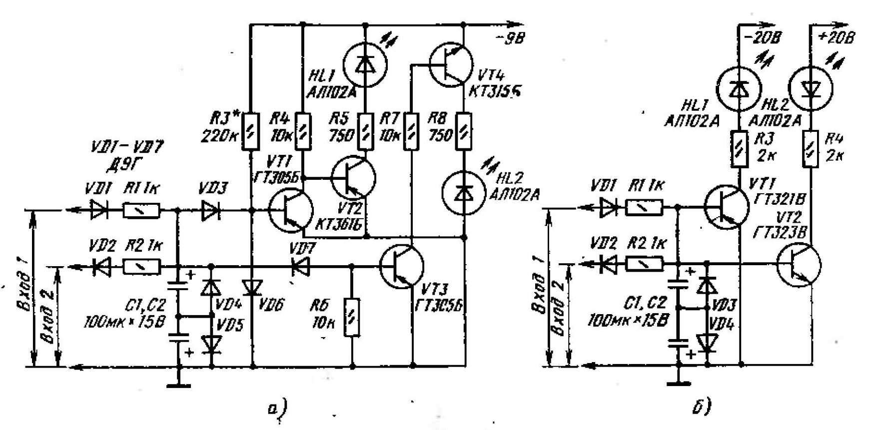


Рис. 8

ший, чем на вход *1*, напряжение на конденсаторах C1, C2 станет отрицательным, транзисторы VT1, VT3 и VT4 откроются, VT2 закроется, и начнет светиться светодиод HL2.

В связи с тем что на конденсаторы C1, C2 поступают сигналы как положительной, так и отрицательной полярности, для предотвращения их расформовки использованы диоды VD4, VD5. Вместо этих диодов и полярных конденсаторов в устройстве можно использовать один неполярный конденсатор емкостью 50 мкФ. При отрицательном напряжении на конденсаторах диод VD3 исключает шунтирование базового тока транзистора VT3 через базовую цепь транзистора VT1. Диоды VD6 и VD7 предохраняют от пробоя базовые переходы транзисторов VT1 и VT3 при повышенном положительном напряжении на конденсаторах.

При налаживании индикатора резистор R3 подбирают на такое сопротивление, чтобы без поступления входных сигналов светодиод HL1 был погашен, но через него проходил ток 0,3 ... 0,5 мА.

Подобный индикатор можно собрать по более простой схеме (рис. 8,*б*), если использовать для его питания двухполярный источник напряжения. Принцип работы такого индикатора аналогичен предыдущему. При положительной зарядке конденсаторов C1, C2 открывается транзистор VT2 и начинает светиться светодиод HL2. Если конденсаторы C1, C2 от входа *2* заряжаются отрицательным напряжением, открывается транзистор VT1 и загорается светодиод HL1.

Первые каскады усилителей индикаторов желательно собрать на германиевых транзисторах, а также применить германиевые диоды. Это позволяет уменьшить порог нечувствительности устройства. Светодиоды рассчитаны на рабочий ток 5—10 мА; конденсаторы типа К50-6.

Дистанционный указатель ориентации

Ориентацию поворотных конструкций (антенн, флюгеров и т. п.) обычно определяют визуально. Для этого необходимо, чтобы конструкция была расположена в зоне прямой видимости от рабочего места, но это не всегда возможно. При плохой видимости в ночное время суток возникает необходимость в использовании специального освещения.

Ориентацию поворотных конструкций удобно определять дистанционным указателем. Его применение создает удобство в работе с конструкцией и исключает указанные требования к месту ее расположения. Указатель питается от источника постоянного тока стабилизированным напряжением 12 В и потребляет ток около 10 мА. Дискретность показаний 45°.

Принципиальная схема дистанционного указателя ориентации показана на рис. 9. Устройство содержит датчик на герконах SF1—SF8 и резисторах R1—R8, двухпроводную линию связи и узел индикации на транзисторах VT1—VT8, светодиодах HL1—HL8 и диодах VD1—VD7.

При работе указателя через датчик проходит ток, значение которого определяется сопротивлением резистора, подключенного в цепь датчика контактами геркона. Ток датчика образует определенное падение напряжения на входе индикатора. При выходном напряжении датчика около 0,6 В (включен резистор R8) открыт транзистор VT8 и светодиод HL8 светится. При повышении напряжения на входе индикатора поочередно открываются транзисторы VT8—

VT1. Светодиоды, катоды которых подключены к эмиттерам открытых транзисторов, окажутся погашенными в связи с шунтированием тока открытыми транзисторами. Светодиод, подключенный между открытым и закрытым транзисторами, будет светиться.

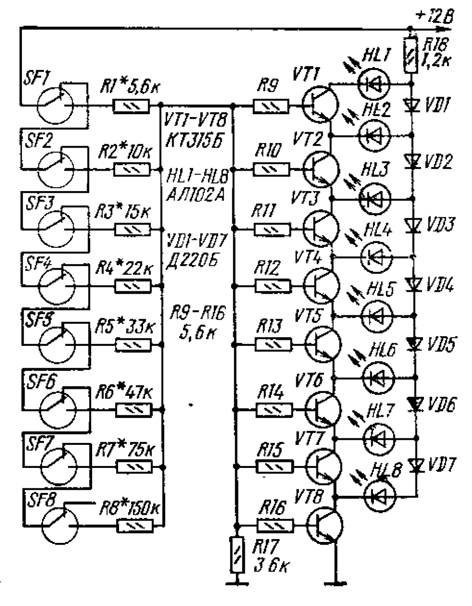


Рис. 9

Герконы датчика устанавливают с учетом ориентации через 45° вокруг поворотной оси конструкции в продольном направлении. Возле герконов на оси закрепляют небольшой постоянный магнит с продольной ориентацией магнитного поля. При повороте оси конструкции сначала должны замыкаться контакты геркона, к которому приближается магнит, а затем должны размыкаться контакты, от которого он удаляется. Элементы датчика следует загерметизировать эпоксидным компаундом. Светодиоды индикатора располагают по кругу с ориентацией, соответствующей установке герконов на конструкции.

Для указателя пригодны любые кремниевые маломощные транзисторы с одинаковыми статистическими коэффициентами передачи тока. Светодиоды HL1—HL8 одного типа на номинальный ток не более 10 мА и прямое падение напряжения не более 3,5 В. Диоды VD1—VD7 кремниевые маломощные на прямое падение напряжения не менее 1 В. Герконы с переключающими контактами типа КЭМ-2.

При налаживании указателя резисторы R1—R8 следует выбрать такими, чтобы при повороте конструкции был включен только один соответствующий направлению светодиод.

Прибор для определения направления намотки обмоток

Для правильного подключения трансформаторов и электродвигателей переменного тока при отсутствии маркировки выводов необходимо знать направление намотки (начало и конец) обмоток. Определить направление намотки обмоток можно с помощью простого прибора, схема которого показана на рис. 10,*а*. Прибор содержит переключатели SA1—SA3, измерительный прибор PA1, диоды VD1—VD3, регулирующий напряжение переменный резистор R2, токоограничивающий резистор R1 и зажимы XS1—XS6. Устройство работает по принципу измерения переменного тока в цепи последовательно включенных обмоток.

В однофазных трансформаторах при согласном включении обмоток (конец предыдущей обмотки соединен с началом последующей) магнитные потоки в магнитопроводе от проходящего в обмотках тока имеют одинаковое направле-

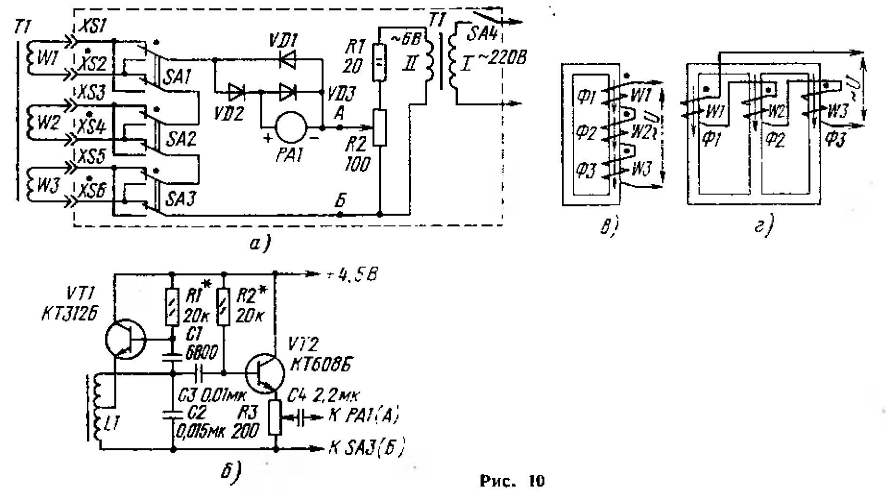


Рис. 10

ние (рис. 10,*в*). Общий магнитный поток в магнитопроводе равен сумме потоков, создаваемых обмотками. Общее индуктивное сопротивление обмоток при согласном включении — максимальное, ток в их цепи — минимальный. При встречном включении обмоток (конец предыдущей обмотки соединен с концом последующей) магнитный поток одной обмотки направлен встречно двум другим. При этом суммарный поток в магнитопроводе равен разности этих потоков. Общее индуктивное сопротивление обмоток будет минимальное, а ток в цепи — максимальный.

В трехфазных трансформаторах и электродвигателях при согласном включении обмоток магнитные потоки направлены встречно (рис. 10,*г*). Общее индуктивное сопротивление последовательно включенных обмоток будет минимальное, а ток в цепи — максимальный. Если одну из обмоток включить встречно, два магнитных потока будут иметь одинаковое направление. Общее индуктивное сопротивление обмоток увеличится, а ток в цепи обмоток уменьшится. Исходя из этого, измеряя переменный ток в цепи последовательно соединенных обмоток при различном подключении их выводов, можно определить направление намотки обмоток. Для измерения необходимо подключать обмотки, число витков у которых различается не более чем на 80%. Направление намотки определяют по положению переключателей SA1—SA3: в однофазных трансформаторах — при минимальном отклонении стрелки измерительного прибора, в трехфазных трансформаторах и электродвигателях переменного тока — при максимальном показании измерительного прибора.

Диоды VD1 и VD2 предназначены для прохождения в обмотках переменного тока при использовании измерительного прибора постоянного тока. Диод VD3 защищает измерительный прибор от перегрузки при неправильном положении ручки переменного резистора R2. В приборе применены кремниевые диоды с допустимым прямым током 300—400 мА. Измерительный прибор рассчитан на ток полного отклонения стрелки не более 1 мА. При использовании измерительного прибора переменного тока, например электромагнитной системы, или при применении устройства в качестве приставки к тестеру диоды VD1—VD3 не требуются.

поступления положительного напряжения источника питания при обрыве цепи терморезистора. Конденсаторы C1, C2 предназначены для фильтрации пульсаций в измерительной цепи от напряжения питания и внешних наводок. Резистор R11 ограничивает ток через диоды выпрямительного моста во время зарядки конденсаторов C4, C5 фильтра после включения прибора в сеть. При налаживании термометра подстроечным резистором R1 устанавливают стрелку измерительного прибора на нулевую метку шкалы при выбранной начальной температуре измерения.

В приборе можно использовать терморезистор типа СТ1-18, СТ1-19, КМТ-1, КТМ-4, КМТ-14 на номинальное сопротивление 510—620 кОм. При изменении номиналов резисторов R3 и R4, суммарное сопротивление которых должно соответствовать номинальному сопротивлению терморезистора, можно применить терморезистор и с меньшим номинальным сопротивлением. Измерительный прибор PA1 на ток полного отклонения стрелки 50—100 мкА. Трансформатор T1 намотан на магнитопроводе с поперечным сечением 3 см^2 и содержит: первичную обмотку 3500 витков провода ПЭВ-2 0,1; вторичную обмотку 240 витков провода ПЭВ-2 0,62.

Измерители с емкостными датчиками

Емкость конденсатора зависит от диэлектрической проницаемости вещества, расположенного между его пластинами, а также от размеров пластин и расстояния между ними. Исходя из этого, измерителем с емкостным датчиком можно измерить многие неэлектрические величины, например влажность различных материалов, уровень жидкости или ее состав. В зависимости от назначения измерительного устройства необходимо применять различные конструкции датчиков.

Изменение емкости датчика можно определять: измерением частоты задающего генератора, в котором емкость датчика служит частотно-задающим элементом; измерением тока в цепи, в которую включен датчик, и т. п. Для увеличения чувствительности измерителей при небольших приращениях емкости датчиков необходимо использовать генераторы на повышенные частоты (5 ... 10 МГц), а также чувствительные измерительные приборы.

Принципиальная схема одного из вариантов измерителя с емкостным датчиком приведена на рис. 12,*а*. Устройство питается от гальванической батареи напряжением 9 В, ток потребления — около 10 мА. Погрешность измерения при небольших колебаниях температуры не превышает 2%.

Устройство состоит из задающего генератора, собранного по схеме мультивибратора, измерительной цепи, калибратора и датчика. Мультивибратор выполнен на транзисторах VT1 и VT2. Параллельно конденсатору C3 подключен емкостный датчик C1. Для установки на коллекторах транзисторов VT1, VT2 одинаковой длительности импульсов, т. е. режима, при котором стрелка измерительного прибора не отклоняется, служит резистор R4.

Измерительная цепь содержит резисторы R1, R7, конденсаторы C2, C7 и измерительный прибор PA1. Резисторы R1, R7 с подключенными к ним конденсаторами C2, C7 являются интеграторами, позволяющими исключить влияние внешних емкостей на показания измерительного прибора при значительном удалении его от мультивибратора.

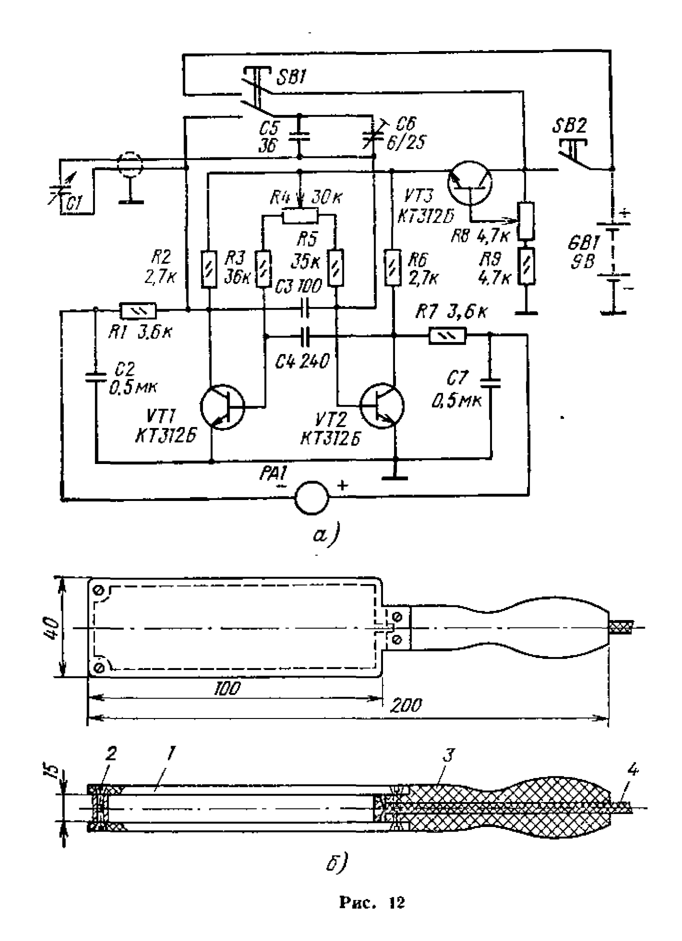


Рис. 12

Увеличение емкости датчика приводит к увеличению длительности импульсов на коллекторе транзистора VT2, что, в свою очередь, ведет к повышению напряжения на конденсаторе C7 и прохождению тока через прибор PA1 в направлении от резистора R7 к резистору R1. При уменьшении емкости датчика сила тока уменьшается.

Для установки необходимой чувствительности измерителя при понижении напряжения питающей батареи применен калибратор. Он содержит регулятор напряжения на транзисторе VT3 и переменном резисторе R8, которым устанавливают стрелку измерительного прибора на последнее деление шкалы в режиме «Калибровка» (кнопка SB1 нажата). Транзистор VT3 включен по схеме эмиттерного повторителя и предназначен для усиления тока. Конденсаторы C5, C6 служат эквивалентом максимальной емкости датчика в режиме «Калибровка».

На рис. 12,*б* показан один из вариантов конструкции емкостного датчика для измерения влажности сыпучих материалов, например зерна, муки, сахара, почвы и других веществ. Датчик состоит из двух пластин *1*, изготовленных из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2—2,5 мм (печатный проводник удален от краев на 3 мм, а затем изолирован путем наклейки

эпоксидным компаундом пластины стеклотекстолита толщиной 0,3—0,5 мм), двух крепежных металлических стоек *2*, ручки *3* из изоляционного материала и двужильного экранированного провода *4* длиной около 1 м. Экран соединяют с общим проводом устройства и надевают на общий провод полихлорвиниловую трубку. Емкость между жилами провода должна быть около 150 пФ.

Размеры пластин датчика указаны для измерителя влажности зерна. С помощью такого датчика можно измерить влажность зерна до 40%. Емкость датчика при максимальной влажности зерна увеличивается на 20 ... 40 пФ (в зависимости от вида зерна). Если измеряемый материал изменяет емкость значительно меньше, необходимо применить датчик с увеличенными размерами пластин или использовать более чувствительный измерительный прибор.

Для уменьшения погрешности измерения необходимо, чтобы плотность вещества между пластинами соответствовала плотности, при которой был отградуирован измерительный прибор. Стабильные результаты измерений получаются, если пластины датчика при измерении располагают вертикально, полностью погружая их в вещество. При таких же условиях следует проводить и градуировку измерителя.

Перед градуировкой устанавливают «нуль» измерительного прибора и калибруют его по напряжению. Затем отвешивают на точных весах 2 кг измеряемого вещества с максимально возможной влажностью и помещают в него датчик. Нажав на кнопку SB1, устанавливают конденсатором C6 стрелку измерительного прибора на последнее деление шкалы. После этого вещество сушат. В процессе сушки его взвешивают 10—15 раз и измеряют влажность в делениях шкалы. Перед измерением вещество необходимо охладить до температуры 20—25° C, поскольку его нагрев приводит к завышению показаний прибора. В конце сушки испытательное вещество нужно поместить в сушильный шкаф с вакуумным отсосом. Сушку считают оконченной, если масса вещества не уменьшается. Зная массу вещества при нулевой влажности (в конце сушки), определяют влажность в процентах при каждом измерении и строят график зависимости показаний прибора от влажности. Пользуясь графиком, градуируют шкалу или составляют таблицу соответствия показаний прибора от влажности вещества.

Измеритель с емкостным датчиком можно собрать на маломощных высокочастотных кремниевых транзисторах, например из серии КТ315, КТ312, КТ306, транзисторной сборке К125НТ1. Статические коэффициенты передачи тока транзисторов должны быть не менее 50. Конденсаторы применяют с малым ТКЕ, например слюдяные, пленочные. Измерительный прибор на ток полного отклонения стрелки 100 мкА.

При правильном монтаже и использовании исправных элементов налаживание устройства сводится к установке необходимой чувствительности и градуировке измерительного прибора.

Емкостный измеритель, управляемый одной кнопкой, можно собрать по схеме, изображенной на рис. 13. Принцип его работы аналогичен предыдущему измерителю. Датчик изготовляют из пластин фольгированного стеклотекстолита шириной 20 ... 25 и длиной 200 ... 250 мм. Пластины располагают на расстоянии 15 мм. Для получения одинаковой емкости датчика при различных влажностях вещества необходимо пластины погружать на различную глубину. Чем больше влажность вещества, тем на меньшую глубину необходимо погрузить пластины, чтобы стрелка индикатора установилась на одну и ту же метку шкалы. Исходя

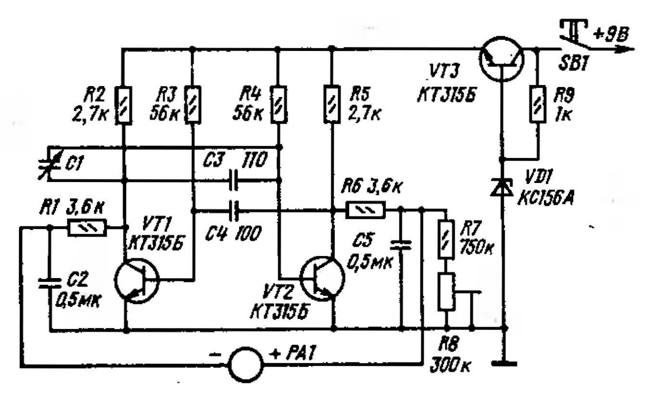


Рис. 13

из этого на лицевую пластину датчика наносят шкалу (или несколько шкал) влажности вещества.

Напряжение батареи питания контролируют с помощью специальной метки на шкале индикатора, расположенной между измерительной и нулевой меткой. Стрелку индикатора ставят на нулевую метку с помощью подстроечного резистора R8 при нажатой кнопке SB1 и непогруженных пластинах датчика.

Для измерителя можно применить миниатюрный индикатор на ток полного отклонения стрелки 100 мА, транзисторы кремниевые с коэффициентом передачи тока не менее 50. Питается устройство от гальванической батареи «Крона».

Элементы индикатора могут быть расположены в пустотелой ручке, двумя стенками которой служат нерабочие части пластин датчика. Измеритель, собранный по второму варианту, можно использовать также и для измерения уровня жидкости. Размеры пластин емкостного датчика зависят от проводимости жидкости: чем больше проводимость, тем меньше должны быть размеры пластин. Мультивибратор собирают на нерабочей части одной из пластин датчика и герметизируют эпоксидным компаундом. Блок питания, измерительный прибор и подстроенный резистор R8 можно расположить на значительном расстоянии от датчика.

Для повышения надежности и уменьшения размеров измеритель с емкостным датчиком можно собрать без стрелочного индикатора, используя для индикации светодиоды. Такое устройство имеет высокую надежность и долговечность. Питается индикатор от гальванической батареи «Крона» и потребляет ток не более 20 мА.

Принципиальная схема измерителя с индикацией на светодиодах показана на рис. 14. Устройство состоит из емкостного датчика C1, задающего генератора на транзисторе VT1 (с частотой около 10 МГц), усилителя на транзисторах VT4 и VT5, узла индикатора на транзисторах VT6, VT7 и светодиодах HL1, HL2, стабилизатора напряжения на транзисторе VT8 и стабилитроне VD3.

В исходном состоянии при нажатой кнопке SB1 и непогруженных пластинах датчика при напряжении питания батареи больше 6 В транзистор VT4 открыт, VT5 закрыт. Положительные импульсы генератора через емкость датчика C1 и диод VD2 поступают на конденсатор C4 и заряжают его. Если емкость

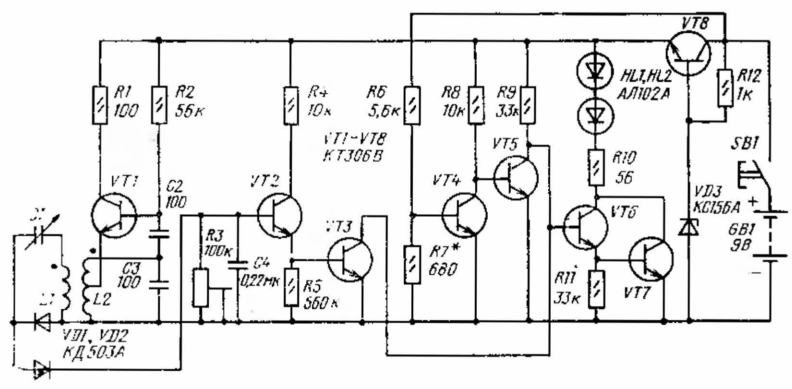


Рис. 14

датчика мала, транзисторы VT2 и VT3 закрыты. При увеличении емкости датчика эти транзисторы открываются, а VT6, VT7 закрываются и светодиоды HL1, HL2 гаснут. Этими светодиодами контролируют также напряжение на батарее питания. Если напряжение становится меньше 6 В, закрывается транзистор VT4, открывается VT5, что также приводит к закрыванию транзисторов VT6, VT7 и погасанию светодиодов. Пороговыми элементами в устройстве служат переходы база — эмиттер транзисторов VT2, VT3. Чувствительность измерителя устанавливают подстроечным резистором R3.

Датчик состоит из двух пластин фольгированного стеклотекстолита толщиной 2, шириной 30 и длиной 300 мм. Для датчика используют 200 мм длины пластин, остальные 100 мм служат двумя стенками пустотелой ручки, в которой расположены элементы устройства.

Для устранения гальванической связи между пластинами через измеряемое вещество печатный проводник удаляют от краев пластин датчика на 2 мм, а затем изолируют путем наклейки эпоксидным компаундом пластин тонкого стеклотекстолита. Толщина наклеиваемых пластин не должна превышать 0,3 мм. Недостающие стенки ручки вырезаны из фольгированного стеклотекстолита и после обработки торцов припаяны к фольге лицевой пластины датчика на месте расположения ручки. Концы пластин датчика скреплены винтами с помощью латунной стойки, длина которой 15, а диаметр 5 мм. В стойке нарезана резьба М3. С помощью таких же четырех стоек (можно гаек М3), припаянных в углах ручки, прикреплена винтами М3 задняя пластина датчика. На пластинах датчика нанесены шкалы измерителя (шкалы можно изготовить съемными), а в стенках ручек со стороны шкал просверлены отверстия для установки светодиодов. Разметку шкал производят ранее описанным способом.

Для устройства пригодны кремниевые маломощные высокочастотные транзисторы с коэффициентом передачи тока не менее 50 (серии КТ315, КТ312, КТ306) или транзисторные сборки К125НТ1, светодиоды — на рабочий ток не более 10 мА. Катушка индуктивности задающего генератора намотана проводом ПЭЛШО 0,41 на односекционном пластмассовом каркасе с внешним диаметром 7 и длиной 20 мм. Первичная обмотка содержит 2×15 витков, вторичная обмотка — 15 витков, намотанных поверх первичной.

Налаживание устройства начинают с узла контроля напряжения. Сначала необходимо подвижный контакт переменного резистора R3 установить в верх-

нее (по схеме) положение, при котором транзисторы VT2 и VT3 будут закрыты. Измеритель подключают к источнику регулируемого постоянного напряжения, позволяющему регулировать напряжение в пределах 5...10 В. При понижении напряжения источника питания светодиоды должны гаснуть при напряжении 6 В. Если светодиоды гаснут при другом напряжении, необходимо подобрать резистор R7.

Затем проверяют работу задающего генератора с помощью осциллографа, подключенного ко вторичной обмотке. Выходной сигнал генератора должен быть синусоидальной формы частотой 9...10 МГц и амплитудой около 2 В. После этого пластины датчика помещают в измеряемый материал с минимально возможной влажностью. Подвижный контакт переменного резистора R3 устанавливают до положения, при котором светодиоды начинают светиться. Затем производят разметку шкалы ранее описанным способом.

Для измерения влажности необходимо нажать на кнопку SB1 и погрузить пластины датчика в вещество до уровня, при котором светодиоды погаснут, и со шкалы считать значение влажности на уровне погружения.

Более чувствительный измеритель с емкостным датчиком и индикацией на светодиодах можно изготовить на цифровой микросхеме и четырех транзисторах. Схема такого измерителя изображена на рис. 15. Он содержит мультивибратор на элементах DD1.2 и DD1.3, инверторы на элементах DD1.4, DD1.1, усилитель на транзисторах VT1, VT2, узел контроля напряжения со стабилизатором на транзисторах VT3, VT4.

В исходном состоянии при нажатой кнопке SB1 и непогруженных пластинах датчика при условии, что напряжение гальванической батареи GB1 превышает 7,5 В, через стабилитрон VD6 проходит ток, и транзистор VT3 открыт. На выходе элемента DD1.1 напряжение высокого уровня (лог. 1), транзистор VT1 закрыт, VT2 открыт и светодиоды светятся. В этом режиме мультивибратор переключается и на датчик C1 с инвертора DD1.4 поступают импульсы. При увеличении емкости датчика ток, проходящий через диод VD2, открывает транзистор VT1, транзистор VT2 закрывается и светодиоды гаснут. Если напряжение на гальванической батарее становится менее 7,5 В, закрывается транзистор VT3, и на выходе элемента DD1.1 устанавливается напряжение низкого

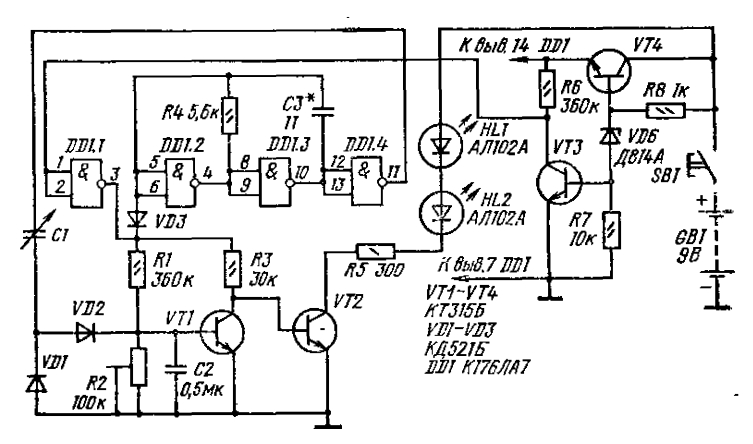


Рис. 15

уровня (лог. 0). В этом режиме мультивибратор не работает, транзистор VT2 закрыт и светодиоды погашены.

Индикатор можно собрать на любых маломощных кремниевых транзисторах со статическим коэффициентом усиления тока не менее 50, например из серий КТ315, КТ312, КТ306, или транзисторных сборках с такими же параметрами транзисторов, например К217НТ2, К125НТ1. Кроме указанной на схеме можно использовать микросхему типа К561ЛА7, К564ЛА7.

При налаживании измеритель подключают к источнику постоянного напряжения, регулируемого в пределах 5...10 В. Понижая напряжение на источнике до 7,5 В, проверяют на выходе элемента DD1.1 переключение напряжения с высокого уровня на низкий. Если при высоком выходном напряжении на элементе DD1.1 мультивибратор не переключается, необходимо использовать конденсатор С3 на большую емкость или резистор R4 на большее сопротивление. При непогруженных пластинах датчика подстроечным резистором R2 устанавливают транзистор VT1 в режим, при котором он переключается из открытого в закрытое состояние, что контролируют началом свечения светодиодов HL1 и HL2.

Прибор для измерения времени реакции человека

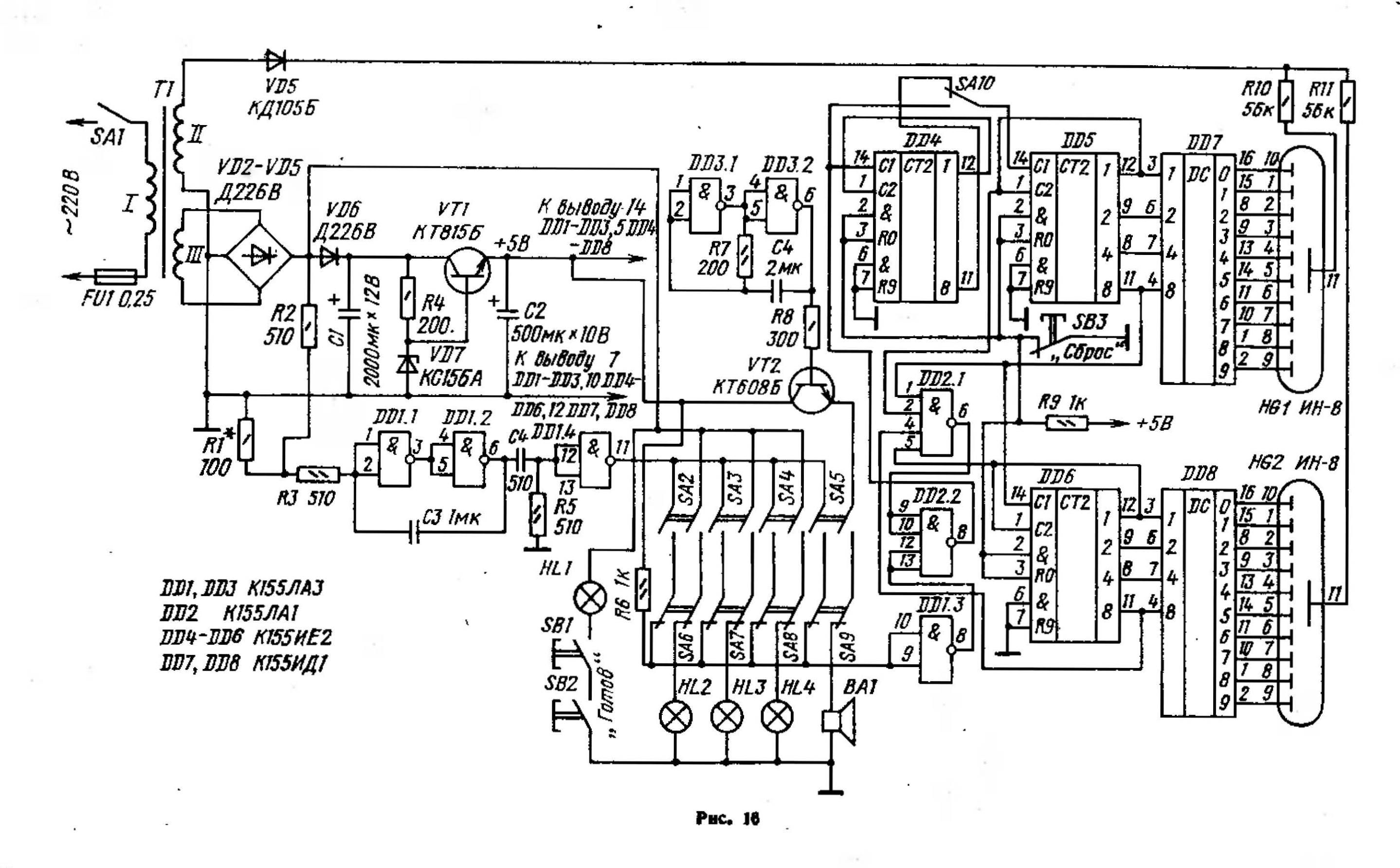
Реакция человека — действие в ответ на определенный сигнал. Различают простые реакции, когда на один из ранее известный сигнал человек немедленно отвечает действием, и сложные, когда при случайном появлении разных сигналов человек отвечает только на один из них или на все, но разными действиями.

В жизнедеятельности человека быстрота реакции имеет очень важное значение. Люди с замедленной реакцией не могут качественно, а иногда и безопасно выполнять некоторые работы. Например, водитель с замедленной реакцией чаще других совершает дорожные аварии. Имеется ряд профессий и занятий, на которых могут работать люди только с быстрой реакцией.

Время реакции человека непостоянно. Оно зависит от состояния центральной нервной системы и других факторов. В значительной мере на замедление реакции человека действуют: переутомление, недосыпание, употребление алкоголя, отрицательные эмоции и т. п.

Определить время реакции человека на световой и звуковой сигналы можно прибором, принципиальная схема которого изображена на рис. 16. Устройство позволяет измерять время как простых, так и сложных реакций, длительность которых не превышает 9,9 с. Прибор имеет два предела измерений — 0,99 с с дискретностью отсчета 0,01 и 9,9 с с дискретностью отсчета 0,1 с. Питается прибор от сети переменного тока частотой 50 Гц через трасформаторный блок питания. Потребляемый ток не превышает 50 мА.

Прибор состоит из двух пультов — пульта контролирующего и пульта измеряемого. Пульт контролирующего содержит трансформаторный блок питания с диодным мостом VD2—VD5 и стабилизатором напряжения на транзисторе VT1, формирователь импульсов на элементах DD1.1, DD1.2, DD1.4, генератор звуковой частоты на элементах DD3.1, DD3.2, усилитель звукового сигнала на транзисторе VT2, узел выбора сигнала на переключателях SA2—SA5, инвертор DD1.3, узел управления работой счетчика на элементах DD2.1, DD2.2, трехдекадный двоично-десятичный счетчик на микросхемах DD4—DD6, двухдекадный двоично-десятичный дешифратор на микросхемах DD7, DD8, лампы HG1,



T1
SA1
~220 В
FU1 0,25
VD5 КД105Б
VD2-VD5 Д226В
VD6 Д226В
VT1 КТ815Б
+5В
К выводу 14 DD1-DD3, 5 DD4-DD8
R2 510
C1 2000мк×12В
R4 200.
VD7 КС156А
C2 500мк×10В
К выводу 7 DD1-DD3, 10 DD4-DD6, 12 DD7, DD8
R1* 100
R3 510
DD1.1
DD1.2
C3 1мк
C4 510
DD1.4
R5 510
DD3.1
DD3.2
R7 200
C4 2мк
R8 300
VT2 КТ608Б
SA2
SA3
SA4
SA5
SA6
SA7
SA8
SA9
HL1
R6 1к
SB1
SB2
„Готов"
HL2
HL3
HL4
BA1
DD4
DD5
DD6
DD7
DD8
CT2
DC
SA10
R10 56к
R11 56к
SB3
„Сброс"
DD2.1
DD2.2
DD1.3
R9 1к
+5В
HG1 ИН-8
HG2 ИН-8
DD1, DD3 К155ЛА3
DD2 К155ЛА1
DD4-DD6 К155ИЕ2
DD7, DD8 К155ИД1

Рис. 16

HG2 цифровой индикации и лампы HL1 готовности измеряемого. На пульте измеряемого расположены кнопки готовности SB1, SB2, лампы светового сигнала HL2—HL4, громкоговоритель BA1 и выключатели SA6—SA9 сигналов.

При включении напряжения питания пульсирующее напряжение с частотой 100 Гц поступает на делитель напряжения R2R1, выход которого через резистор R3 подключен к первому элементу DD1.4 формирователя. Сигнал прямоугольной формы с выхода элемента DD1.2 через конденсатор C4 поступает на выходной элемент формирователя, где преобразуется в сигнал малой длительности, необходимый для исключения погрешности показаний прибора от дребезга контактов переключателей SA6—SA9.

Для того чтобы положение рук у всех измеряемых перед включением сигнала было одинаково, применены кнопки SB1, SB2 готовности, одновременное нажатие на которые возможно только двумя руками. При этом на пульте контролирующего загорается лампа HL1.

После включения одного или нескольких переключателей SA2—SA5 загораются соответствующие лампы HL2—HL4 или включается громкоговоритель BA1. Выходной сигнал с элемента DD1.4 через переключатели SA2—SA9 поступает на вход элемента DD1.3 и далее на вход счетчика. Если переключатель SA10 находится в положении, показанном на схеме, работают три декады счетчика, и он заполняется за 9,9 с. В другом положении переключателя SA10 работают две декады счетчика и время его заполнения равно 0,99 с.

При загорании ламп HL2—HL4 или появлении звукового сигнала измеряемый должен выключить соответствующие переключатели SA6—SA9, что прекращает поступление сигналов на вход счетчика. Если счетчик не выключен переключателями SA6—SA9, он останавливается с помощью элемента DD2.1 при заполнении. Этим исключается ошибка показаний, если выключение переключателей SA6—SA9 осуществить после истечения времени, установленного пределом измерения. Счетчик устанавливается на нуль при нажатии на кнопку SB3.

В приборе использованы микросхемы серии К155, которые могут быть заменены аналогичными микросхемами серии К133. Диод VD1 на обратное напряжение 400 В, диоды VD2—VD6 на прямой ток 300—400 мА. Громкоговоритель BA1 любого типа, например 0,25 ГД-1. Лампы HL1—HL4 на номинальное напряжение 9 В, ток не более 0,1 А. Лампу HL2 нужно окрасить в красный, HL3 — в желтый, HL4 — в зеленый цвет. Цифровые индикаторы HG1, HG2 — неоновые любого типа. При их подключении к микросхемам дешифраторов необходимо соблюдать соответствие выводов. Трансформатор T1 намотан на магнитопроводе с поперечным сечением 4 см². Его обмотки содержат: I — 2600 витков провода ПЭВ-2 0,1; II — 2300 витков провода ПЭВ-2 0,1; III — 190 витков провода ПЭВ-2 1,0.

Конструктивно измеритель времени реакции человека состоит из двух пультов, соединенных между собой кабелем. Если длина кабеля превышает 1 м, для устойчивой работы прибора сигнальные провода кабеля следует выполнить витой парой: два провода скручивают по спирали с шагом скрутки 1 см. Один провод используют как сигнальный, другой как экранный (соединяют его с общим проводом устройства). Кнопки SB1 и SB2 на пульте измеряемого нужно расположить на расстоянии не менее 300 мм. Если переключатели пульта измеряемого механически соединить с рычагами управления изучаемого механизма, можно определять время реакции на управление этим механизмом.

При налаживании прибора сначала необходимо проверить выходное напряжение стабилизатора, а затем подключать провод питания микросхем. Резистором R1 подбирают, при необходимости, режим формирователя, при котором его выходной сигнал имеет прямоугольную форму. Остальные узлы устройства при правильной сборке и использовании исправных элементов налаживать не требуется.

Прибор можно собрать и с автономным питанием. Для этого нужен источник постоянного тока напряжением 5 В. Кроме того, в устройство необходимо внести следующие изменения. Вместо формирователя импульсов на элементах DD1.1, DD1.2 следует собрать мультивибратор по схеме DD3.1, DD3.2, подобрав емкостью конденсатора C4 частоту переключений 100 Гц. Двоично-десятичные дешифраторы на микросхемах DD7 и DD8 необходимо заменить на двоично-сегментные дешифраторы, например, типа К514ИД1, подключив к ним светодиодные цифровые индикаторы АЛС314А.

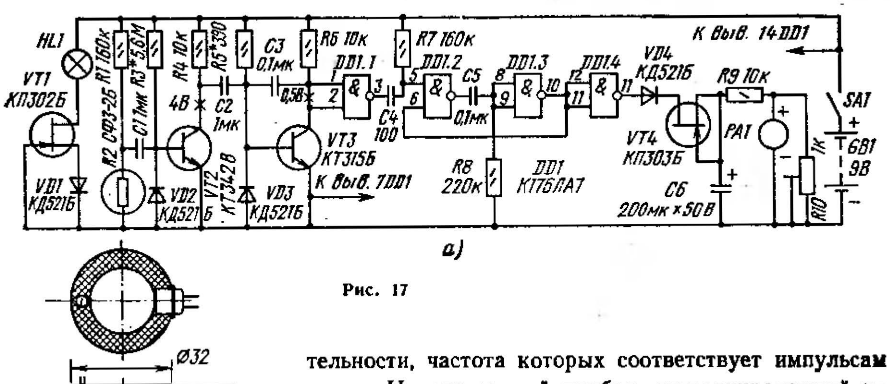
Электронный измеритель частоты пульса

Частоту пульса измеряют для контроля работы сердца при увеличении физической нагрузки или при некоторых сердечно-сосудистых заболеваниях. Обычно это делают подсчетом числа импульсов крови за 15 с, а затем это число умножают на 4. При резких изменениях физических нагрузок проследить за характеристикой изменения частоты пульса в этом случае невозможно.

Для измерения частоты пульса можно собрать простой электронный прибор, схема которого показана на рис. 17,*а*. Прибор рассчитан на измерение частоты пульса от 30 до 240 импульсов в минуту с погрешностью измерения не более 5%. Измеритель питается от гальванической батареи «Крона» и потребляет ток не более 20 мА.

Принцип работы прибора основан на фиксации изменения освещенности от лучей осветителя, проходящих через палец человека. Для получения постоянной освещенности при понижении напряжения на гальванической батарее в процессе эксплуатации последовательно с лампой HL1 включен стабилизатор тока на полевом транзисторе VT1. Изменение освещенности фиксируется фоторезистором R2 и усиливается двухкаскадным усилителем на транзисторах VT2 и VT3. На элементах DD1.2 и DD1.3 собран ждущий мультивибратор, служащий формирователем импульсов постоянной длительности. Элемент DD1.1 инвертирует импульсы усилителя, DD1.4 — ждущего мультивибратора. Полевой транзистор VT4, расположенный в выходной цепи инвертора, стабилизирует ток импульсов, что необходимо для уменьшения погрешности измерений при понижении напряжения питающей батареи. Конденсатор C6 служит интегратором выходных импульсов, позволяющим устранить колебания стрелки микроамперметра при измерении; диоды VD2, VD3 уменьшают время разрядки конденсаторов C1, C2.

В исходном состоянии транзистор VT3 открыт. На выходах элементов DD1.1 и DD1.3 установлены напряжения высокого уровня (лог. 1), на выходах элементов DD1.2 и DD1.4 — напряжения низкого уровня (лог. 0). Если между осветителем и фоторезистором расположить палец, то сигнал, образованный изменением освещенности фоторезистора от пульсаций крови, усилится усилителем, что приведет к переключению элемента DD1.1 во время импульсов крови. При этом запускается ждущий мультивибратор и на выходе инвертора DD1.4 формируются импульсы положительной полярности и постоянной дли-



Ø32
3
2
1
30
32
Ø20
Ø35
б)

Рис. 17

тельности, частота которых соответствует импульсам крови. Измерительный прибор, отградуированный на число импульсов в минуту, покажет частоту пульса.

Конструктивно элементы измерителя смонтированы на печатной плате, расположенной внутри пластмассового корпуса, на лицевой стенке которого расположены измерительный прибор и выключатель питания. Фотодатчик может быть как встроенным в корпус, так и выносным. При втором варианте исполнения датчика имеется возможность измерять частоту пульса при движении организма. Для исключения наводок от посторонних электрических полей провода датчика следует применить экранированные, а экран соединить с общим проводом устройства.

Один из вариантов конструкции фотодатчика показан на рис. 17,*б*. В корпусе *1* из изоляционного светонепроницаемого материала, например эбонита, расположены и закреплены с помощью эпоксидного компаунда лампа *2* и фоторезистор *3*. Для уменьшения поглощения светового потока от осветителя внутренняя часть корпуса окрашена в белый цвет. Фотодатчик можно сконструировать и для фиксации пульсаций крови в мочке уха. При этом необходимо применить способ его крепления, при котором бы мочка уха не сжималась.

Для измерителя можно применить транзистор VT1 из серии КП302, у которого начальный ток стока не менее 15 мА. Транзистор VT2 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 500, например КТ342В, КТ373В, VT3 из серии КТ315, КТ312 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 150, VT4 из серии КП303. Диоды маломощные кремниевые любого типа, например КД521Б, Д220Б. Микросхема типа К176ЛА7, К564ЛА7. Переменный резистор R10 многооборотный, например СП5-2, СП5-3, фоторезистор типа СФ3-2Б, СФ2-1, СФ3-1. Конденсаторы С1—С5 керамические, С6 желательно применить танталовый, например ЭТО-2, К52-2, К52-1. Конденсаторы этих типов более стабильны при колебаниях рабочей температуры по сравнению с другими электролитическими конденсаторами. Измерительный прибор на ток полного отклонения стрелки 50—100 мкА, лампа миниатюрная на номинальное напряжение 6 В, ток 20 мА. Для питания прибора используют гальваническую батарею «Крона» либо две последовательно соединенные батареи типа 3336Л.

Налаживание прибора начинают с установки тока 15 мА, проходящего через лампу HL1. Это делают подбором диода VD1 либо транзистора VT1. При большом начальном токе стока транзистора VT1 следует последовательно под-

ключить два диода, при малом токе стока применение диода VD1 не требуется. После этого подбором резисторов R3 и R5 устанавливают указанные на схеме режимы по постоянному току транзисторов VT2 и VT3. Для градуировки шкалы измерительного прибора подключают выход низкочастотного импульсного генератора через конденсатор 500—1000 пФ к выводу *1* микросхемы DD1. На генераторе устанавливают амплитуду импульсов 7...9 В, длительность 0,1...0,5 мс, частоту следования от 0,5 до 4 Гц. Установив нужную чувствительность измерительного прибора подстроечным резистором R10, определяют деление шкалы по формуле $n=60f$, где n — деление шкалы; f — частота следования импульсов, Гц.

Генератор-пробник

Генератор-пробник предназначен для проверки и налаживания трактов ПЧ и ЗЧ радиовещательных приемников. Технические данные: несущая частота 465±2 кГц, частота модуляции 1000 Гц±5%, глубина модуляции 0—90%, амплитуда выходного сигнала 0...200 мВ. Выходное сопротивление генератора на частоте 465 кГц — не более 500 Ом. Напряжение источника питания 1,5 В, потребляемый ток 20 мА.

Принципиальная схема генератора-пробника показана на рис. 18. Прибор состоит из задающего генератора амплитудно-модулированного сигнала на транзисторе VT1, эмиттерного повторителя на транзисторе VT2, детектора на диоде VD1 и усилителя ЗЧ на транзисторе VT3. Амплитудно-модулированные колебания возникают благодаря использованию в задающем генераторе двух индуктивно связанных колебательных контуров: L2C2 в коллекторной цепи и L1C1 в базовой цепи транзистора VT1. Первый из них настроен на несущую частоту 465 кГц, второй — на частоту модуляции 1000 Гц. Глубину модуляции регулируют переменным резистором R1.

Амплитудно-модулированный сигнал усиливается по току транзистором VT2 и с его нагрузочного резистора R5 поступает на переключатель SA1. В зависимости от положения переключателя сигнал поступает либо непосредственно на выходной щуп пробника, либо на детектор VD1, которым преобразуется в сигнал 1000 Гц. Продетектированный сигнал через конденсатор C6 поступает на вход усилителя ЗЧ на транзисторе VT3, а с его выхода — через контакты переключателя SA1 на выходной щуп генератора. Таким образом, на вход уси-

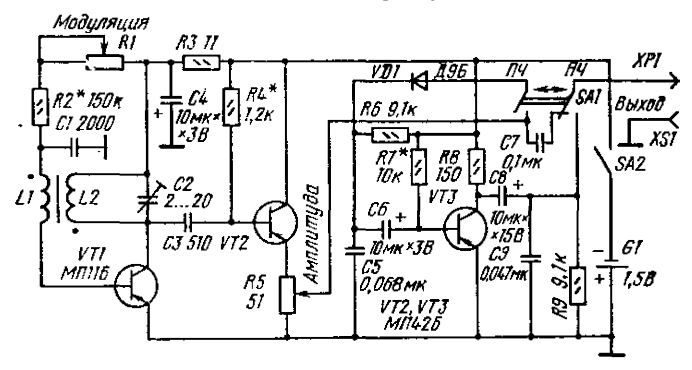


Рис. 18

лителя ПЧ налаживаемого приемника может быть подан модулированный сигнал частотой 465 кГц, а на вход усилителя ЗЧ — сигнал частотой 1000 Гц. Амплитуду сигнала регулируют резистором R5. Резистор R6 образует разрядную цепь для конденсаторов C5, C6.

Для прибора использованы: постоянные резисторы ОМЛТ-0,125, переменные резисторы СПО-0,25, конденсаторы КМ, КТ2, К52-1, транзисторы с коэффициентом передачи тока 40...60, диод любой из серии Д9, переключатели типа МТ1-1 (SA2) и МТ1-3 (SA1). Обмотки L1 и L2 намотаны на тороидальном сердечнике размерами 20×15×5 из пермаллоя марки 50НХС и имеют соответственно 300 и 150 витков провода ПЭЛШО 0,12. Сначала на половине сердечника наматывают обмотку L1, а затем на второй половине — 90 витков обмотки L2. Остальные витки обмотки L2 наматывают поверх обмотки L1.

Для налаживания генератора-пробника нужен осциллограф с чувствительностью усилителя вертикального отклонения луча не менее 0,2 мм/мВ, частотомер и вольтметр постоянного тока. Отключив конденсатор C3 от базы транзистора VT2, подбором резисторов R4 и R7 устанавливают на эмиттере транзистора VT2 и коллекторе транзистора VT3 напряжение минус 0,75 В. Далее, восстановив соединение конденсатора C3 с транзистором VT2, к выходу пробника подключают осциллограф и частотомер и изменением емкости конденсатора C2 подстраивают частоту несущей, а затем подбором емкости конденсатора C1 — частоту модуляции. При введенном сопротивлении резистора R1 подбирают сопротивление резистора R2 таким, чтобы амплитуда модуляции достигала 90% амплитуды несущей. Для устранения наводок от сетевого напряжения измерительные приборы необходимо заземлить.

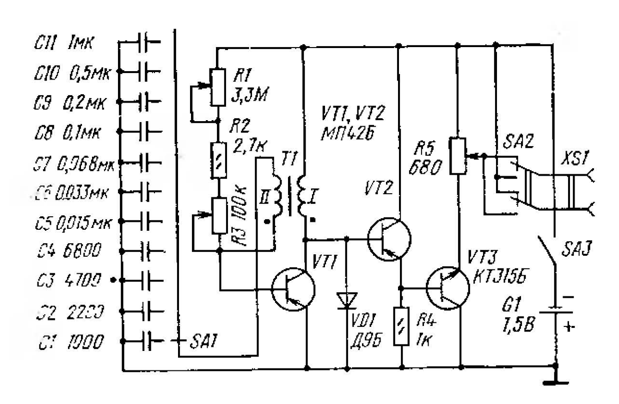
Следует отметить, что при малом коэффициенте передачи тока транзистора VT1 амплитуда колебаний контура L1C1 на частоте 1000 Гц может оказаться недостаточной для модуляции несущей. В таком случае транзистор VT1 надо заменить другим с коэффициентом передачи тока 100...150. Но если этот контур перестроить на частоту 400—500 Гц (L1 — 500 витков, C1 — 0,01 мкФ), то в генераторе можно использовать транзистор со статическим коэффициентом передачи тока 40...60. Для стабильности глубины модуляции при изменении температуры и уменьшения искажений синусоидальных колебаний транзистор VT1 должен быть кремниевый низкочастотный.

Генераторы прямоугольных импульсов

Генераторы прямоугольных импульсов в радиолюбительской практике используются для налаживания цифровых устройств, а также для проверки прохождения сигнала через тракты усилителей, так как прямоугольные импульсы имеют широкий спектр частот.

Генератор, собранный по схеме, изображенной на рис. 19, вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью от 10 до 250 мкс с частотой следования от 0,6 Гц до 50 кГц и амплитудой 0...1,2 В, причем амплитуду и частоту можно плавно изменять. Фронт и спад импульсов составляют не более 5% их длительности. При напряжении питания 1,5 В и максимальной скважности импульсов потребляемый ток — не более 30 мА. Генератор питается от источника постоянного тока напряжением до 5 В. При повышенном напряжении питания длительность импульсов уменьшается, а частота и амплитуда возрастают.

Рис. 19



На транзисторе VT1 работает блокинг-генератор. Переключателем SA1 выбирают диапазон частот следования импульсов, переменным резистором R1 частоту следования импульсов устанавливают грубо, а резистором R3 — точно. Параметры импульсов при различных емкостях конденсаторов блокинг-генератора приведены в табл. 1. Указанные в ней пределы частоты следования импульсов соответствуют крайним положениям подвижных контактов переменных резисторов R1 и R3. Диод VD1 служит для гашения положительных выбросов напряжения, возникающих при закрывании транзистора VT1.

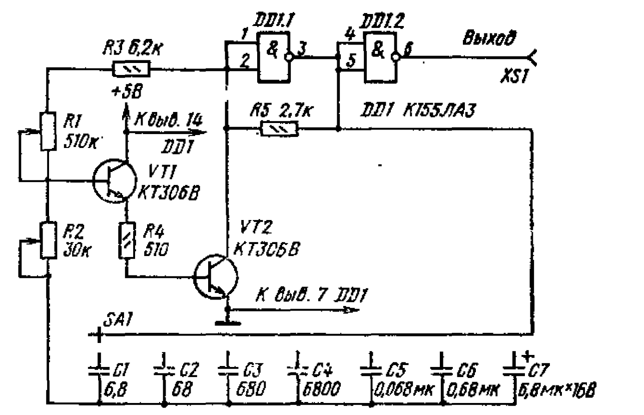
Нагрузкой блокинг-генератора является эмиттерный повторитель на транзисторе VT2, сигнал с которого поступает на усилитель тока на транзисторе VT3. Требуемое выходное напряжение устанавливают переменным резистором R5, который включен в цепь эмиттера транзистора VT3. С помощью переключателя SA2 можно изменять полярность импульсов на выходных гнездах XS1 генератора.

Трансформатор блокинг-генератора намотан на тороидальном магнитопроводе размерами 20×15×5 мм, изготовленном из пермаллоя марки 50НП. Обмотка I содержит 50 и обмотка II — 350 витков провода ПЭЛШО 0,12, причем витки верхнего слоя обмотки покрывают всю обмотку. Трансформатор должен располагаться не ближе 10 мм от других деталей прибора. При меньшем расстоянии крутизна фронта импульсов может уменьшиться из-за дополнительной внешней емкости монтажа.

В генераторе применены переменные резисторы СПО-0,25, переключатели могут быть любого типа. Транзисторы — низкочастотные маломощные соответ-

Таблица 1

Конденсатор	Средняя длительность импульсов, мкс	Частота следования импульсов, Гц	Конденсатор	Средняя длительность импульсов, мкс	Частота следования импульсов, Гц
C1	10	50 000—450	C7	45	3 400—10
C2	13	35 000—180	C8	60	2 000—6
C3	16	20 000—75	C9	80	1 200—3,2
C4	20	12 000—45	C10	150	700—0,9
C5	25	9 000—30	C11	250	400—0,6
C6	35	5 000—17			



ствующей структуры с коэффициентом передачи тока не менее 30. Генератор, собранный по изображенной схеме на рис. 19, может также вырабатывать импульсы с другими параметрами, если изменить число витков в обмотках трансформатора VT1 или намотать его на другом магнитопроводе.

При наличии микросхемы генератор прямоугольных импульсов можно собрать без трансформатора, что значительно уменьшает трудоемкость его изготовления. Устройство, схема которого изображена на рис. 20, генерирует импульсы прямоугольной формы положительной полярности с частотой следования 0,1 Гц — 1 МГц со скважностью 2—500. Частотный диапазон разделен на семь поддиапазонов: 0,1—1, 1—10, 10—100 Гц; 100 Гц — 1 кГц, 1—20, 10—100 кГц, 100 кГц — 1 МГц, которые устанавливают переключателем SA1. Частоту следования импульсов в каждом поддиапазоне можно плавно регулировать переменным резистором R1, скважность — переменным резистором R2.

Для генератора пригодны микросхемы, имеющие не менее двух элементов И—НЕ (буквенное обозначение ЛА), выходы которых не имеют открытых коллекторов, из серии К155, К131, К133. Транзисторы — высокочастотные кремниевые маломощные с коэффициентом передачи тока не менее 50, например из серии КТ306, КТ312, КТ315. Для стабильности параметров выходных импульсов в генераторе необходимо применить температурно-стабильные конденсаторы с малым ТКЕ, например пленочные, керамические типа КТ, а также использовать для питания генератора источник стабилизированного напряжения. Во избежание фазовых сдвигов между выходными импульсами от наводок сетевого напряжения корпусы переменных резисторов R1, R2 необходимо соединить с общим проводом устройства и экранировать транзистор VT1.

Число-импульсные генераторы

В устройствах импульсной техники, автоматики и связи, например, для проверки работы счетчика иногда требуется получить определенное число импульсов от разового срабатывания задающих контактов. При небольшом количестве импульсов (до 10) такое устройство можно собрать по простой схеме, показанной на рис. 21,*а*.

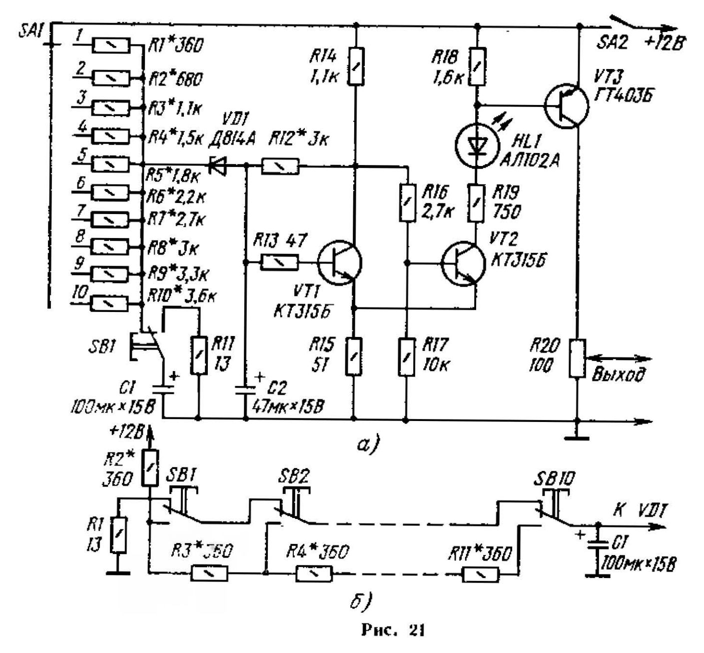


Рис. 21

Генератор рассчитан на частоту следования прямоугольных импульсов 10 Гц со скважностью 2. Число импульсов (от 1 до 10) можно установить переключателем SA1. Устройство позволяет плавно регулировать амплитуду выходных импульсов в пределах 0...12 В. Для работы генератора необходим источник постоянного тока со стабилизированным напряжением 12 В, рассчитанный на ток нагрузки не менее 150 мА.

Генератор состоит из задающего узла на переключателе SA1, кнопки SB1 и конденсатора C1, несимметричного мультивибратора на транзисторах VT1, VT2 и усилителя мощности на транзисторе VT3. В исходном состоянии конденсатор C1 заряжен, стабилитрон VD1 и транзистор VT1 открыты, транзисторы VT2 и VT3 закрыты. При нажатии на кнопку SB1 конденсатор C1 разряжается через резистор R11, состояние остальных элементов устройства не изменяется. После отпускания кнопки конденсатор C1 начинает заряжаться через один из резисторов R1—R10 в зависимости от установленного положения переключателя SA1. На время зарядки конденсатора стабилитрон VD1 закрывается. Несимметричный мультивибратор переходит в режим автоколебаний. Длительность выходных импульсов подбирают сопротивлением резистора R12, длительность паузы — емкостью конденсатора C2. Для визуального контроля прохождения импульсов в коллекторную цепь транзистора VT2 включен светодиод HL1. Число импульсов пропорционально времени зарядки конденсатора C1 и соответствует положению переключателя SA1. Резисторами R1—R10 подбирают нужное число импульсов.

При необходимости задающий узел можно собрать по схеме на рис. 21,*б*. В этом случае после нажатия на одну из кнопок SB1—SB10 устройство будет генерировать импульсы, количество которых соответствует номеру нажатой кнопки.

Для генератора можно использовать транзисторы из серии КТ312, КТ315, ГТ403 с коэффициентом передачи тока не менее 50. Конденсаторы — типа ЭТО-2, К52-2, К52-1. Светодиод рассчитан на рабочий ток 10—15 мА, стабилитрон из серии Д814. Использование низковольтных стабилитронов нежелательно в связи с тем, что они имеют сравнительно большой обратный ток при напряжениях, значительно меньших по сравнению с напряжением стабилизации, а это может привести к нестабильной работе устройства. Переключатели и кнопки могут быть любого типа.

При налаживании генератора необходимо резистор R12 подобрать таким, чтобы в первом положении переключателя SA1 колебания генератора были устойчивы.

Более сложный и дорогостоящий число-импульсный генератор можно собрать на четырех микросхемах по схеме, показанной на рис. 22. По сравнению с предыдущим вариантом устройство стабильно работает при больших колебаниях температуры и не требует подбора времязадающих резисторов при налаживании. Генератор позволяет вырабатывать до 15 импульсов при нажатии на одну из кнопок SA1—SA15.

Устройство содержит задающий генератор на элементах DD1.1 и DD1.2, работающий по схеме мультивибратора, триггер на элементах DD2.2 и DD2.3, двоичный счетчик DD3, двоично-десятичный дешифратор DD4 и инверторы DD1.3, DD1.4, DD2.1, DD2.4.

При включении питания конденсатор C2 разряжен, на вывод *10* элемента DD2.3 поступает напряжение низкого уровня сигнала и триггер устанавливается в состояние, при котором на выходе элемента DD2.3 — напряжение высокого уровня, на выходе элемента DD2.2 — низкого. Напряжением низкого уровня на входе (вывод *2*) элемента DD1.1 генератор устанавливается в нерабочее состояние, и на выход устройства поступает напряжение низкого уровня. На сброс счетчика (выводы *2*, *3*) поступает сигнал высокого уровня и он устанавливается на нуль. С выхода элемента DD2.1 поступает напряжение высокого уровня и светодиод VD1 погашен. В этом состоянии устройство находится

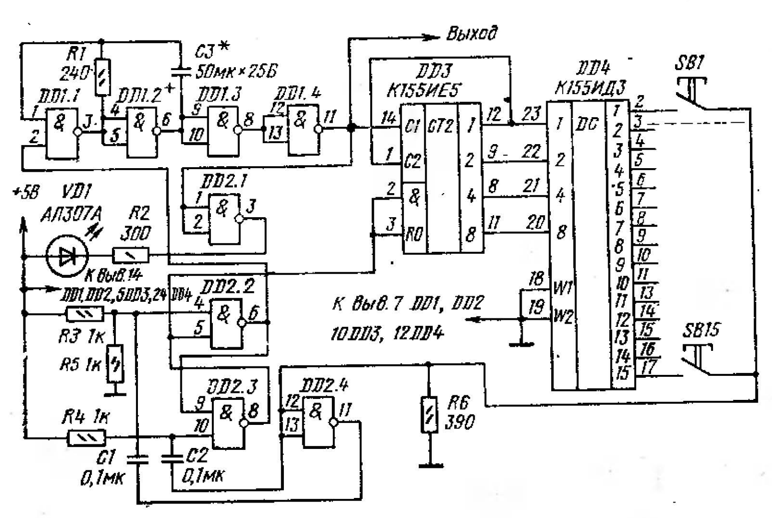


Рис. 22

до момента нажатия на кнопку выдачи импульсов (SB1—SB15). Предположим, что была нажата кнопка SB1. При этом напряжение высокого уровня с вывода *2* микросхемы DD4 поступает на вход элемента DD2.4. С выхода этого элемента напряжение низкого уровня через конденсатор C1 поступает на вход элемента DD2.2 и переключает триггер в другое состояние. При этом снимается сигнал, переводящий счетчик в нуль, а также задающий генератор устанавливается в рабочий режим. Выходной импульс генератора через элементы DD1.3 и DD1.4 поступает на выход устройства и на счетный вход счетчика, а также на вход элемента DD2.1. На выходе элемента DD2.1 устанавливается напряжение низкого уровня и светодиод светится. По окончании импульса счетчик переключается в состояние, при котором на выходе *1* (вывод *12*) устанавливается напряжение высокого уровня. При этом на выходе *1* (вывод *2*) микросхемы DD4 происходит переключение напряжения высокого уровня на низкий. Этот перепад через конденсатор C2 переводит триггер в исходное состояние. Счетчик устанавливается на нуль, и генератор переключается в нерабочее состояние.

Если нажать на кнопку SB15, генератор вырабатывает 15 импульсов, а затем напряжением низкого уровня с выхода *15* (вывод *17*) микросхемы DD4 триггер установится в исходное состояние. Итак, количество вырабатываемых импульсов соответствует порядковому номеру нажатой кнопки.

Для устройства можно использовать микросхемы из серии К155, К133. В генераторе желательно применить неполярный конденсатор C1 или типа К50-6 на рабочее напряжение не менее 25 В. При оксидно-полупроводниковом конденсаторе или меньшем рабочем напряжении от указанного генератор может не возбуждаться по причине большой утечки тока в момент изменения на нем полярности импульса. Длительность импульса подбирают емкостью конденсатора C3.

Генератор импульсов

Генератор импульсов, схема которого изображена на рис. 23, генерирует положительные пилообразные и прямоугольные импульсы, а также две серии положительных импульсов малой длительности (до 10 мкс). Вторая серия генерируется с задержкой по отношению к первой (опорной). Время задержки можно плавно регулировать. Амплитуда опорных импульсов составляет 5 В, за-

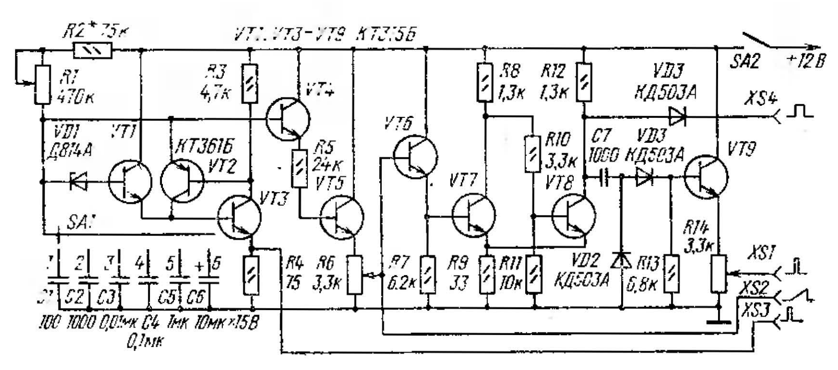


Рис. 23

держанных 0...10 В, пилообразных и прямоугольных 0...5 В. Частотный диапазон генерируемых импульсов (0,2 Гц — 200 кГц) разбит с помощью переключателя SA1 на шесть поддиапазонов (верхние пределы частот: 2, 20 и 200 Гц; 2, 20 и 200 кГц). Генератор питается от источника стабилизированного напряжения 12 В и потребляет ток около 10 мА.

Прибор в радиолюбительской практике может быть использован для налаживания устройств, работающих от отраженного звукового сигнала, например эхолотов, а также фазоимпульсных узлов управления тиристорами и цифровых устройств.

Генератор пилообразного напряжения собран на транзисторах VT1 — VT3. При поступлении напряжения от источника питания начинает заряжаться один из конденсаторов C1 — C6 (подключенный переключателем SA1) через резисторы R2 и R1. Транзисторы VT1 — VT3 в это время закрыты. Как только напряжение на заряжающемся конденсаторе достигнет значения напряжения стабилизации стабилитрона VD1, начинает открываться транзистор VT1. Это приводит к скачкообразному открыванию транзисторов VT2, VT3 и разрядке через них конденсатора. Во время разрядки конденсатора на резисторе R4 выделяется опорный импульс малой длительности, поступающий на выходное гнездо XS3. Пилообразное напряжение с заряжающегося конденсатора поступает на базу транзистора VT4, который является входным элементом составного эмиттерного повторителя на транзисторах VT4 и VT5. С выхода эмиттерного повторителя (подвижный контакт — переменного резистора R6) пилообразное напряжение поступает на выходное гнездо XS2. Кроме того, это напряжение поступает на вход эмиттерного повторителя на транзисторе VT6, предназначенного для повышения входного сопротивления несимметричного триггера на транзисторах VT7 и VT8, служащего для выработки задержанных импульсов. Если подвижный контакт переменного резистора R6 находится в нижнем (по схеме) положении, транзисторы VT6 и VT7 закрыты, VT8 открыт. При другом положении подвижного контакта этого резистора несимметричный триггер переключается, как только напряжение на эмиттере транзистора VT6 достигает напряжения переключения триггера.

В момент переключения триггера в неустойчивое состояние (транзистор VT7 открыт, VT8 закрыт) с помощью конденсатора C7, диодов VD2, VD3 и резистора R13 вырабатывается положительный импульс, который усиливается по току транзистором VT9 и поступает с подвижного контакта переменного резистора R14 на выходное гнездо XS1. Таким образом, регулируя амплитуду пилообразных импульсов, изменяют время переключения несимметричного триггера, т. е. интервал времени между импульсами, поступающими на гнезда XS1 и XS3. Прямоугольные импульсы поступают с коллектора транзистора VT8 через диод VD4 на выходное гнездо XS4.

Генератор можно собрать на любых маломощных кремниевых высокочастотных транзисторах соответствующей структуры, например КТ312, КТ315, КТ361, с коэффициентом передачи тока не менее 50. Диоды — высокочастотные маломощные любого типа, стабилитрон — из серии Д814. При использовании стабилитрона на напряжение стабилизации более 8,5 В необходимо соответственно повысить напряжение источника питания. Конденсаторы C1—C6 желательно применить с малым ТКЕ, например пленочные. Остальные элементы устройства могут быть любого типа.

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ БЫТА

Реле времени

Одним из распространенных устройств автоматики является реле времени. С помощью этого устройства возможно автоматическое включение и отключение потребителей электрической энергии через установленный интервал времени. Простым способом получения определенных интервалов времени может служить использование RC-цепей. Несмотря на небольшую точность, реле времени на RC-цепях получили широкое распространение, благодаря своей простоте.

По характеру получения выдержки времени различают зарядные и разрядные емкостные реле времени. Если выдержки небольшие, эти устройства по техническим характеристикам почти не различаются. Для больших выдержек преимущество имеют реле времени с разряжающимся конденсатором. Это объясняется следующим. Большая выдержка времени может быть обеспечена либо увеличением емкости конденсатора, либо уменьшением зарядного или разрядного тока. Значительное увеличение емкости конденсатора нецелесообразно, поскольку связано с увеличением габаритных размеров и стоимости устройства, поэтому желательно уменьшать зарядный или разрядный ток. Однако не всегда возможно уменьшение тока зарядки, поскольку электролитические конденсаторы имеют сравнительно большие токи утечки, которые увеличиваются с повышением напряжения. Уменьшение тока зарядки до тока утечки приводит к тому, что конденсатор не может зарядиться до полного напряжения. При этом напряжение на конденсаторе повышается до значения, при котором ток зарядки станет равен току утечки. В реле времени, построенных на принципе разрядки конденсатора, этого не происходит, так как в этом случае конденсатор заряжается до полного напряжения большими токами.

Для устройств бытовой автоматики целесообразно использовать реле времени, позволяющее устанавливать как малые, так и большие выдержки. Малые выдержки необходимы при работе с фотоувеличителем и другими быстродействующими электрическими устройствами, большие выдержки — для выключения нагревательных и осветительных приборов, а также радиоаппаратуры.

Реле времени на полевом транзисторе, принципиальная схема которого показана на рис. 24, позволяет устанавливать выдержки времени в интервалах 1—60 с или 1—60 мин. Нестабильность выдержки времени не превышает 5%.

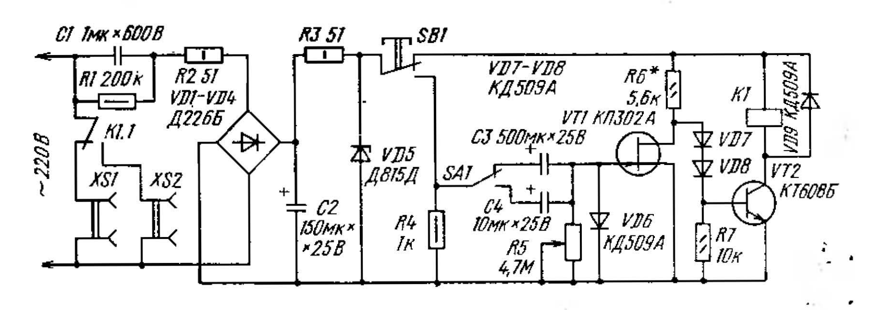


Рис. 24

Устройство содержит бестрансформаторный блок питания, времязадающий узел и двухкаскадный усилитель постоянного тока на транзисторах VT1 и VT2. Блок питания собран на диодах VD1—VD4 и стабилитроне VD5. Времязадающий узел включает в себя конденсаторы C3 и C4, переключатель SA1, резисторы R4 и R5 и диод VD6. В исходном состоянии конденсаторы разряжены, транзистор VT1 открыт, VT2 закрыт, реле K1 обесточено.

При нажатии на кнопку SB1 через диод VD6 быстро заряжается конденсатор C3 (или C4 в зависимости от положения переключателя SA1) до напряжения источника питания. После отпускания кнопки конденсатор начинает разряжаться через резисторы R4 и R5. Отрицательное напряжение с конденсатора поступает на затвор транзистора VT1 и закрывает его. При этом транзистор VT2 открывается и срабатывает реле K1. После разрядки конденсатора до напряжения отсечки транзистора VT1, он начинает открываться, VT2 закрывается и реле отпускает. Время выдержки реле определяется сопротивлением резисторов R4, R5 и емкостью конденсатора C3 (C4). Переменный резистор R5 использован для установки времени выдержки. Диод VD6 способствует быстрой зарядке конденсатора C3 (C4), а также предохранению от перегрузки p-n-перехода транзистора VT1 током зарядки конденсатора при нажатой кнопке SB1. Диоды VD7, VD8 улучшают режим закрывания транзистора VT2 и отпускания реле K1, так как при напряжении на коллекторе транзистора VT1 менее 1,2 В через цепь базы транзистора VT2 ток не протекает.

В реле времени могут быть использованы транзисторы: VT1 — КП302А, КП302Б; VT2 — КТ608Б, КТ815Б. Диод VD7 должен быть выбран кремниевый, на малый обратный ток. Конденсаторы C3 и C4 — оксидно-полупроводниковые, C1 и C2 — любого типа. Реле K1 — РЭС-32, паспорт РФ4.500.341 или РЭС-22, паспорт РФ4.500.129. Возможно применение и других типов реле на напряжение обмотки 12 В и ток срабатывания не более 100 мА.

Налаживание устройства сводится к подбору резистора R6, при котором реле четко срабатывает в момент закрывания транзистора VT1. При налаживании реле времени следует соблюдать меры предосторожности, так как его элементы находятся под напряжением сети.

На рис. 25 показана принципиальная схема реле времени с регулятором мощности. Устройство предназначено для автоматического выключения нагревательных и осветительных приборов. Реле времени удобно пользоваться также при работе с фотоувеличителем. Мощность подключаемых к устройству электрических приборов не должна превышать 1000 Вт.

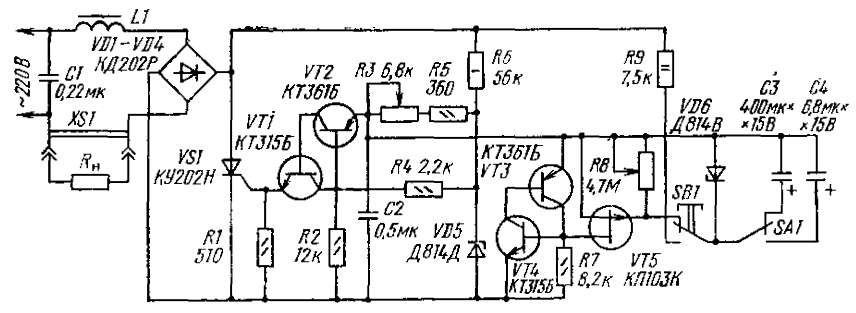


Рис. 25

Реле времени рассчитано на два диапазона выдержек времени: 1—60 с или 1—60 мин. Погрешность выдержек времени при небольших колебаниях окружающей температуры не превышает 5% от установленного значения. Предусмотрена возможность плавного регулирования мощности в нагрузке в пределах 10—95% номинальной. Отсутствие коммутирующих контактов в цепи нагрузки значительно повышает надежность и долговечность устройства. Поскольку в блоке питания отсутствует трансформатор, реле времени имеет небольшие габаритные размеры и массу.

Устройство содержит сетевой высокочастотный фильтр подавления радиопомех, состоящий из дросселя L1 и конденсатора C1, выпрямительный диодный мост VD1—VD4, тринистор VS1, фазоимпульсный узел управления тринистором на транзисторах VT1 и VT2, импульсный ключ на транзисторах VT3, VT4 и времязадающий узел на транзисторе VT5.

При включении устройства в сеть напряжение питания на его элементы не поступает до тех пор, пока к гнездам XS1 не будет подключена нагрузка. После этого напряжение сети через нагрузку $R_н$, дроссель L1 и диоды моста поступает на элементы реле времени. В связи с тем что конденсаторы C3 и C4 разряжены, транзистор VT5 открыт. Это приводит к открыванию транзисторов VT3 и VT4 в каждом полупериоде сетевого напряжения и шунтированию тока зарядки конденсатора C2, проходящего через резисторы R3 и R5 с анода стабилитрона VD5. Падение напряжения на стабилитроне VD5 образуется от тока сети, протекающего через резистор R6 и стабилитрон. Конденсатор C2 в этом режиме заряжаться не может, и транзисторы VT1 и VT2 будут закрыты. Импульсы тока на управляющий электрод не поступают, тринистор VS1, закрыт, и ток через нагрузку не протекает. В таком состоянии устройство может находиться неограниченное время.

Требуемую выдержку времени устанавливают переключателем SA1 и переменным резистором R8. При нажатии на кнопку SB1 пульсирующий ток сети, протекающий через резистор R9, замкнутые контакты кнопки SB1 и транзисторы VT3, VT4, заряжает конденсатор C3 (или C4) до напряжения стабилизации стабилитрона VD6. После отпускания кнопки конденсатор разряжается через переменный резистор R8. При этом на затвор полевого транзистора VT5 поступает положительное по отношению к истоку напряжение. Транзисторы VT3—VT5 закрываются, и устанавливается в рабочий режим фазоимпульсный узел управления тринистором. В начале каждого полупериода сетевого напряжения транзисторы VT1 и VT2 закрыты. Затем конденсатор C2 начинает заряжаться через резисторы R3, R5. В это время транзисторы VT1 и VT2 также закрыты, так как база транзистора VT2 находится под положительным напряжением по отношению к эмиттеру. При достижении на конденсаторе C2 напряжения, снимаемого с делителя R4R2, по базовой цепи транзистора VT2 начинает протекать ток, что переводит транзисторы VT1 и VT2 в открытое состояние. При этом конденсатор C2 импульсно разряжается через управляющий электрод тринистора, и он открывается, пропуская ток через нагрузку до окончания полупериода сетевого напряжения, после чего закрывается. В последующих полупериодах сетевого напряжения циклы повторяются.

Фазу открывания тринистора (а следовательно, и мощность в нагрузке) можно плавно регулировать переменным резистором R3. При минимальном сопротивлении резистора R3 мощность, выделяемая нагрузкой, максимальна.

После разрядки времязадающего конденсатора C3 (C4) до напряжения отсечки транзистор VT5 открывается. При этом открываются транзисторы импульсного ключа, фазоимпульсный узел управления тринистором переходит в нерабочий режим и тринистор закрывается, что соответствует установке устройства в исходное состояние.

Для реле времени пригодны диоды на максимальное обратное напряжение не менее 400 В, например КД202К, Д233, Д247. Транзисторы кремниевые маломощные соответствующей структуры со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30. Стабилитрон на напряжение стабилизации 10—14 В может быть любого типа. Переменный резистор R8 может быть выбран на меньшее сопротивление, но при этом, для сохранения указанных выдержек времени, следует конденсаторы C3 и C4 использовать с бо́льшими емкостями. Конденсатор фильтра рассчитан на рабочее напряжение не менее 400 В. Для повышения стабильности работы регулятора мощности конденсатор C2 нужно выбрать неэлектролитический с малым ТКЕ, например бумажный. Конденсаторы времязадающего узла следует применить типа К52-2, К52-1, К53-1. При применении конденсаторов с алюминиевыми обкладками время выдержки значительно уменьшается. Дроссель L1 наматывают либо на ферритовом кольце с внешним диаметром 40—45 мм, либо на ферритовом стержне диаметром 8 и длиной 40—50 мм. Начальная магнитная проницаемость феррита 500—2000. При использовании ферритового кольца его необходимо разломить на две части и вставить между полукольцами прокладку из бумаги толщиной 3...5 мм или прорезать в кольце тонким наждачным кругом такой же зазор для предотвращения от насыщения магнитопровода. Обмотка дросселя содержит 150—200 витков провода ПЭВ-2 0,8. Переключатель SA1 и кнопка SB1 могут быть любого типа.

Для охлаждения деталей устройства в корпусе должны быть предусмотрены вентиляционные отверстия. Диоды VD1—VD4 и тринистор VS1 при мощности подключаемых нагрузок более 200 Вт должны быть расположены на радиаторах, позволяющих рассеивать мощность 5—7 Вт каждый.

Налаживание реле времени начинают с проверки правильности монтажа элементов на плате. Включая устройство в сеть, следует принимать меры предосторожности, так как на его элементы поступает напряжение сети, опасное как для человека, так и для большинства радиоэлементов. Первым настраивают фазоимпульсный узел управления тринистором, временно отключив импульсный ключ и времязадающий узел. В цепь питания устройства (последовательно с тринистором) включают амперметр постоянного тока с пределом измерения 1 А, а в гнезда XS1 нагрузки — лампу мощностью 150—200 Вт на напряжение 220 В. Переменный резистор R3 подбирают таким, чтобы в крайних положениях ручки резистора через амперметр проходил ток 10 и 95% номинального.

После налаживания фазоимпульсного узла подключают импульсный ключ и времязадающий узел и подвижный контакт резистора R8 устанавливают в верхнее (по схеме) положение, при котором сопротивление резистора максимальное. Переключателем SA1 подключают в рабочую цепь конденсатор C3. Подбирая емкость этого конденсатора, устанавливают максимальную выдержку реле времени 60 мин. В другом положении переключателя подбором конденсатора C4 добиваются максимальной выдержки 60 с. После этого градуируют шкалу переменного резистора R3 в десятых долях от номинального тока и

шкалу переменного резистора R8 в делениях до 60. Для градуировки шкалы времени используют секундомер или часы с секундной стрелкой. При использовании конденсаторов С3 и С4 одного типа и на одинаковое номинальное напряжение секундная и минутная шкалы резистора R8 имеют деления, кратные 60.

Описанное реле времени с регулятором мощности не может быть использовано для выключения электрических приборов с трансформаторными блоками питания. Это обусловлено сравнительно большим (до десятых долей секунды) временем выключения. В процессе выключения через трансформатор могут проходить полупериоды тока только одной полярности, что приводит к увеличению тока и перегоранию сетевого предохранителя на подключенном приборе.

Более совершенное реле времени для выключения электрических приборов различного назначения, питающихся от сети, может быть собрано по схеме, изображенной на рис. 26.

Реле времени отличается от описанных наличием в нем положительной обратной связи во времязадающем узле, способствующей быстрому выключению устройства даже при больших выдержках времени, что особенно необходимо для трансформаторных блоков питания аппаратуры. Реле рассчитано на подключение к нему потребителей электроэнергии мощностью не более 1000 Вт. В исходном состоянии оно потребляет мощность около 1 Вт и позволяет устанавливать выдержку времени на выключение в пределах 0...30 мин.

Устройство содержит выпрямительный мост на диодах VD1 — VD4, тринистор VS1, электронный ключ VT1 и времязадающий узел на транзисторах VT2—VT4. В исходном состоянии, пока кнопка SB1 не нажата, конденсатор C1 разряжен, транзисторы VT2 — VT4 открыты, транзистор VT1 и тринистор VS1 закрыты. В это время через нагрузочное устройство $R_н$, подключенное к разъему XS1, ток не протекает. При нажатии на кнопку SB1 через резистор R5 и p-n-переходы транзисторов VT2, VT3 заряжается конденсатор C1 до напряжения стабилизации стабилитрона VD6. При этом транзисторы VT1 — VT4 и тринистор VS1 находятся в исходном состоянии. После отпускания кнопки вывод положительной обкладки конденсатора вновь соединяется с общим проводом реле времени и на затворе полевого транзистора VT2 образуется отрицательное напряжение. Транзистор VT2 при этом закрывается и закрывает

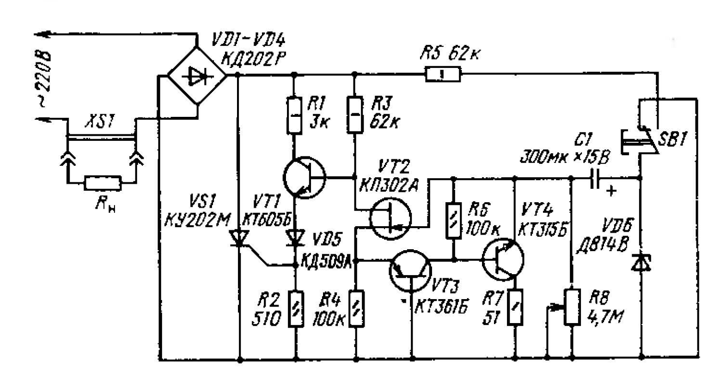


Рис. 26

транзисторы VT3, VT4. Одновременно током, протекающим через резистор R3, открывается транзистор VT1, который коллекторным током открывает тринистор VS1. При открытом транзисторе VT1 тринистор открывается в начале каждого полупериода сетевого напряжения, пропуская номинальный ток через подключенное устройство. После разрядки конденсатора C1 через резистор R8 до напряжения 5 В, соответствующего напряжению отсечки транзистора VT2, этот транзистор приоткрывается, что приводит к открыванию транзисторов VT3, VT4, образующих для транзистора VT2 положительную обратную связь. Теперь конденсатор C1 быстро разряжается через малое сопротивление открытого транзистора VT4 и резистор R7, в результате чего транзистор VT2 полностью открывается. При этом транзистор VT1 и тринистор закрываются, а нагрузочное устройство $R_н$ обесточивается — реле времени устанавливается в исходное состояние. В связи с тем что тринистор включается в начале каждого полупериода сетевого напряжения, устройство не создает радиопомех и сетевой фильтр не требуется.

С конденсатором C1 емкостью 1000 мкФ выдержку времени на выключение можно увеличить до 60 мин.

Реле времени можно совместить с регулятором мощности. В этом случае подключать аппаратуру к реле времени можно будет только при установке регулятора в положение максимальной мощности.

Схема возможного варианта реле времени с регулятором мощности показана на рис. 27. Регулятор мощности собран на транзисторах VT1, VT2 и тринисторе VS1, а само реле выдержки времени выполнено на транзисторах VT3 — VT5. Транзисторы VT1, VT2 служат аналогом тринистора и открываются при каждом полупериоде сетевого напряжения при зарядке конденсатора C2 до напряжения, равного поступающему с делителя R4R7 на базу транзистора VT2. После открывания транзисторов VT1, VT2 конденсатор C2 быстро разряжается через управляющий переход тринистора VS1. Тринистор при этом открывается и пропускает ток через нагрузочное устройство $R_н$. Фаза открывания тринистора, а соответственно и мощность на подключенном устройстве регулируют переменным резистором R5. Дроссель L1 и конденсатор C1 служат для подавления радиопомех, образующихся при открывании тринистора.

Времязадающий узел этого варианта автомата аналогичен предыдущему устройству. Транзисторы VT3, VT4 при открывании шунтируют стабилитров

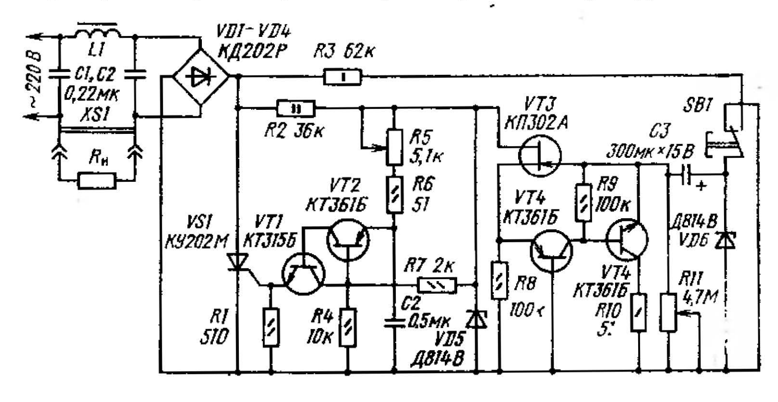


Рис. 27

VD5. Напряжение на транзисторы VT1, VT2 не поступает, и тринистор не открывается.

Требования, предъявляемые к выбору элементов и налаживанию двух последних вариантов реле времени, такие же, как и к предыдущим.

Электронные шахматные часы

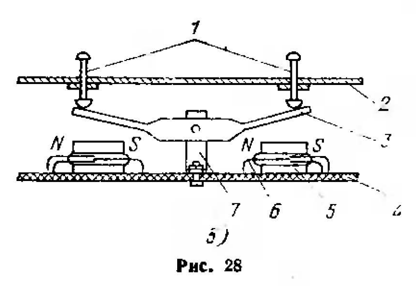
Описанные часы являются аналогом механических шахматных часов. Они рассчитаны на игру блицпартий по 5 мин каждая. По истечении этого времени включается звуковой сигнал и загорается один из светодиодов, указывающий, у кого из соперников закончилось игровое время. Отсчет времени производят по показаниям микроамперметров, шкалы которых проградуированы в минутах (конечная отметка — 2,5 мин). Устройство во время игры потребляет ток не более 10 мА. Небольшие габаритные размеры и масса позволяют использовать часы для игры в шахматы в походных условиях, в поездах, в автомобиле.

Принципиальная схема шахматных часов, собранных на полевых транзисторах и маломощных микросхемах ТТ-логики, показана на рис. 28,*а*. Устройство состоит из двух аналогичных измерительных мостов на резисторах R1, R5, транзисторе VT1 и резисторах R12, R16, транзисторе VT2, в диагонали которых включены измерительные приборы PA1, PA2, двух статических триггеров на элементах DD1.2, DD1.3 и DD3.2, DD3.3, генератора звуковой частоты на элементах DD2.2, DD2.3, усилителя мощности на транзисторе VT3, элементов управления DD1.1, DD2.1, DD3.1, инверторов на элементах DD1.4, DD3.4 и стабилизатора напряжения на транзисторе VT4.

После включения источника питания переключателем SA1 устройство необходимо установить в исходное состояние: нажать на 1...2 с и отпустить кнопку SB1. При нажатой кнопке минус источника питания через замкнувшиеся контакты кнопки поступает на входы триггеров (элементы DD1.2, DD3.2) и переключает их в исходное состояние, при котором на инверсных выходах (выводы *10*) устанавливается напряжение высокого уровня. При этом на выходах элементов DD1.4 и DD3.4 будут также напряжения высокого уровня и светодиоды погашены. На вывод *5* элемента DD2.2 поступает напряжение низкого уровня, и генератор не работает. С выхода элемента DD2.3 поступает напряжение высокого уровня, и транзистор VT3 закрыт. Верхний (по схеме) вывод резистора R7 через контакты кнопки SB1 соединен с минусом источника питания, и напряжение, снимаемое с подвижного контакта переменного резистора R8, через контакты кнопки поступает на конденсаторы C2, C4 и заряжает их до установленного напряжения. Ток через измерительные приборы в этом режиме не протекает, поскольку на измерительные мосты напряжение не поступает.

При отпускании кнопки разрывается цепь зарядки конденсаторов C2, C4 и на измерительные мосты поступает положительное напряжение 5 В. Транзисторы VT1, VT2 при этом закрыты, поскольку на их затворы поступает с конденсаторов C2, C4 положительное относительно истоков напряжение. Через диагонали измерительных мостов проходит максимальный ток, и стрелки измерительных приборов устанавливаются на последние деления шкалы. Конденсатор C2 разряжается при замыкании контактов геркона SF1, конденсатор C4 — при замыкании контактов геркона SF2. В конструкции часов предусмот-

а)



б)

Рис. 28

рено, что контакты герконов SF1 и SF2 не могут быть замкнуты одновременно.

Один из вариантов конструкции узла управления герконами показан на рис. 28,*б*. Кнопки *1* (SF1 и SF2) расположены на верхней панели *2* часов. К плате *4* приклеены магниты *5*, а рядом с ними впаяны герконы *6*. На стойке на оси *7* качается стальное коромысло *3*. Расстояние от геркона до магнита выбирают таким, чтобы при поднятой накладке коромысла контакты геркона были замкнуты. При опускании соответствующего плеча коромысла накладка этого плеча шунтирует поле магнита и контакты геркона размыкаются.

После разрядки конденсаторов C2, C4 (рис. 28,*а*) до напряжения отсечки транзисторы VT1, VT2 постепенно открываются и токи через измерительные приборы уменьшаются. Предположим, что конденсатор C2 разрядился раньше конденсатора C4. Стрелка измерительного прибора PA1 устанавливается на нулевое деление шкалы. Падение напряжения на резисторе R5 достигает напряжения высокого уровня на выходе элемента DD1.1 устанавливается напряжение низкого уровня. Триггер на элементах DD1.2, DD1.3 переключается в другое устойчивое состояние, и на его инверсном выходе (вывод *10*) устанавливается напряжение низкого уровня. С выхода элемента DD1.4 поступает сигнал низкого уровня и светодиод HL1 загорается. На выходе элемента DD2.1 устанавливается напряжение высокого уровня, что переводит генератор в рабочий режим. Усиленные транзистором VT3 звуковые сигналы воспроизводит телефон BF1. Напряжение низкого уровня с выхода переключившегося триггера подается также на вход (вывод *2*) элемента DD3.1 для запрета пе-

реключения триггера на элементах DD3.2, DD3.3. Этим исключается возможность одновременного свечения двух светодиодов, если время игры у соперников заканчивается почти в одно время.

Для часов были применены подстроечные резисторы типа СП3-1б, СП5-2, СПО, электролитические конденсаторы К52-2, К52-2, ЭТО-2 со сравнительно небольшими токами утечки. С этой целью конденсаторы С2, С4 следует использовать на номинальное напряжение не менее 16 В. Измерительные приборы рассчитаны на ток полного отклонения стрелки 50—200 мкА, желательно их брать небольших размеров, например индикаторы М476, М4370. Для уменьшения потребляемого тока в устройстве целесообразно использовать маломощные микросхемы, например из серии К134, К136. Кнопка SB1 и выключатель SA1 — типа П2К. Герконы SF1 и SF2 типа КЭМ-2А. Светодиоды красного свечения рассчитаны на номинальный ток не более 10 мА. Телефон низкоомный типа ТА-4, ТК-67 с сопротивлением обмотки 65 Ом. Источником питания может быть батарея «Крона» или две последовательно соединенные гальванические батареи 3336Л.

Корпус часов удобно изготовить из листового алюминия с последующей окраской или анодированием. Его размеры должны быть такими, чтобы часы свободно размещались в сложенной шахматной доске вместе с шахматами. Во время игры часы располагают возле одной из боковых сторон шахматной доски, что создает удобство играющим.

После проверки правильности монтажа начинают налаживание. Подвижные контакты переменных резисторов устанавливают в следующие (по схеме) положения: R1, R16 в нижнее; R6, R9 — в верхнее; R2 — в левое; R14 — в правое, R8 — посередине. Контакты герконов SF1 и SF2 должны быть разомкнуты. Переключателем SA1 включают напряжение питания и приступают к налаживанию первого измерительного моста. Переменным резистором R1 стрелку измерительного прибора PA1 устанавливают немного левее нулевого деления шкалы. Затем нажимают и через 1...2 с отпускают кнопку SB1. Стрелка измерительного прибора PA1 должна отклониться вправо. Переменным резистором R2 устанавливают ее на последнее деление шкалы. После этого замыкают контакты геркона, а подвижный контакт переменного резистора R6 устанавливают в такое положение, при котором время разрядки конденсатора С2 до момента появления звукового сигнала равно 2,5 мин. При появлении звукового сигнала перемещением подвижного контакта переменного резистора R1 устанавливают стрелку измерительного прибора PA1 на нулевое деление шкалы. Затем опять нажимают и отпускают кнопку SB1 и при необходимости указанными резисторами вновь устанавливают стрелку измерительного прибора на последнее и нулевое деление шкалы. Линейность шкалы в конечной части устанавливают переменным резистором R8. Второй измерительный мост налаживают аналогичным способом.

Более экономичные электронные шахматные часы, ток потребления которых во время игры не превышает 3 мА, можно собрать по схеме, изображенной на рис. 29. Остальные технические характеристики этого устройства такие же, как и предыдущего.

Устройство состоит из времязадающего узла, собранного на транзисторах VT1, VT2 и конденсаторах C1, C2, узла световой сигнализации на микросхеме DD1 и светодиодах HL1, HL2, узла звуковой сигнализации на микросхе-

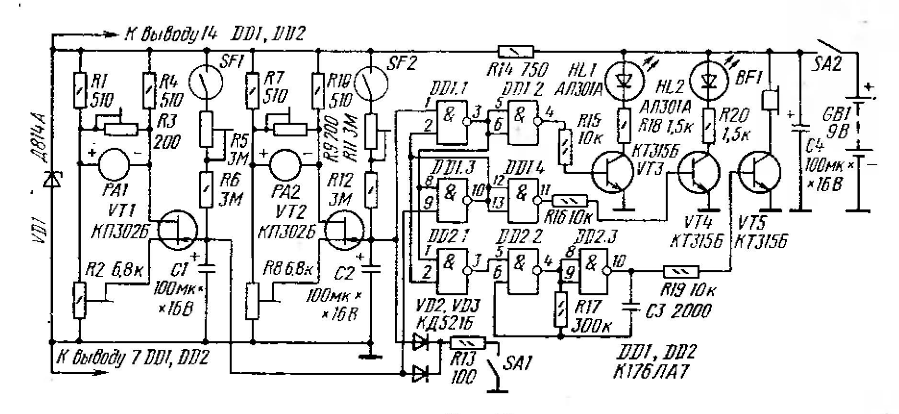


Рис. 29

ме DD2, транзисторе VT5 и телефоне BF1 и параметрического стабилизатора напряжения питания на стабилитроне VD1 и резисторе R14.

В исходном состоянии герконы SF1, SF2 замкнуты, конденсаторы C1, C2 разряжены через контакты выключателя SA1, транзисторы VT1, VT2 призакрыты и токи через микроамперметры не протекают. На выходе логических элементов DD1.2, DD1.4 установлено напряжение низкого уровня, поэтому транзисторы VT3, VT4 закрыты и светодиоды HL1, HL2 погашены. На выходе элемента DD2.1 действует напряжение низкого уровня и мультивибратор на элементах DD2.2, DD2.3 не работает, а транзистор VT5 закрыт. При размыкании контактов выключателя SA1 (SF1 замкнут) через резисторы R5, R6 начинает очень медленно заряжаться конденсатор C1. По мере увеличения на нем напряжения транзистор VT1 плавно открывается и ток через измерительный прибор PA1 увеличивается. При достижении на конденсаторе C1 напряжения около 4,5 В выходное напряжение элемента DD1.4 меняется с низкого уровня на высокий, открывается транзистор VT4 и загорается светодиод HL2. На выходе элемента DD2.1 устанавливается напряжение высокого уровня, включается мультивибратор и телефон начинает воспроизводить звуковой сигнал. При переключении элемента DD1.3 напряжение низкого уровня поступает на вывод *2* элемента DD1.1, исключая возможность одновременного свечения обоих светодиодов, если время игры у соперников закончилось почти одновременно. Аналогично при замыкании контактов геркона SF2 работает и второй канал на транзисторе VT2, логических элементах DD1.1, DD1.2 и транзисторе VT3 со светодиодом HL1.

Устройство в исходное состояние переводят замыканием на 0,5 ... 1 с контактов выключателя SA1. При этом конденсаторы C1 и C2 разряжаются через диоды VD2, VD3 и резистор R13. Часы надо переводить в исходное состояние после каждого включения питания выключателем SA2. Стабилизатор напряжения на стабилитроне VD1 и резисторе R14 уменьшает погрешность выдержки времязадающего узла при понижении напряжения батареи.

Транзисторы VT1, VT2 в шахматных часах должны иметь напряжение отсечки 5 ... 7 В. Диоды VD2, VD3 следует выбрать с малым обратным током утечки, например, из серий КД521, Д220. Конденсаторы C1, C2 должны иметь малый ток утечки (К52-1, К53-1; К52-2). Герконы могут быть любыми

с замыкающими контактами. Телефон BF1 — ТОН-2 с сопротивлением обмотки 1600 Ом. Микроамперметры PA1, PA2 — M426, применяемые в магнитофонах для индикации уровня записи.

Конструкция узла управления герконами может быть такая, как и в предыдущем варианте устройства.

Налаживание шахматных часов начинают с времязадающего узла. Подвижные контакты подстроечных резисторов R2 и R8 устанавливают в среднее положение. При замкнутых контактах выключателя SA1 и замкнутом герконе SF1 резистором R2 устанавливают стрелку микроамперметра PA1 на нулевую отметку шкалы. Затем размыкают контакты переключателя SA1 и подстроечным резистором R5 в цепи зарядки конденсатора C1 устанавливают такое сопротивление, чтобы выдержка времени до момента переключения элементов DD1.3, DD1.4 и включения телефона BF1 и светодиода HL2 соответствовала 2,5 мин. При этом размечают шкалу микроамперметра PA1 на пять делений, каждое из которых соответствует 0,5 мин. Чувствительность микроамперметра устанавливают подстроечным резистором R3.

Узел на транзисторе VT2 налаживают аналогичным способом. Остальные узлы налаживания не требуют.

Сигнализатор напоминания

Для напоминания проверки выключения электрических приборов, воды и газа при уходе из квартиры можно установить сигнализатор. Устройство подает световые и звуковые сигналы при выходе из квартиры и не срабатывает при входе. Сигнализатор в исходном состоянии потребляет из сети ток около 0,3 мА.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 30,*а*. Оно имеет три режима работы: исходный, ждущий и сигнализирующий. В ждущем режиме при закрытой двери контакты кнопки SB1 разомкнуты и напряжение сети, поступающее с делителя напряжения R4R5, через диод VD5 заряжает в течение 1 мин конденсатор C1 до суммарного напряжения стабилизации стабилитронов VD3, VD4. В это время транзисторы VT1 и VT2 закрыты и обмотка реле обесточена.

Для перевода устройства в режим сигнализации необходимо коснуться металлической ручки E1 входной двери, расположенной с внутренней стороны квартиры. При этом отрицательные полупериоды тока утечки, протекая по цепи базы транзисторов VT1, VT2 и резистор R1, открывают транзисторы, и якорь реле начинает притягиваться и отпускать с частотой 50 Гц. Вибрация якоря создает низкочастотный звуковой сигнал. Контакты K1.1 реле прерывисто включают лампу HL1. Ток, протекающий через лампу и диод VD5, подзаряжает конденсатор C1, не давая ему разрядиться через обмотку реле и открывающиеся транзисторы.

При открывании двери кнопка SB1 отпускается, конденсатор разряжается через резистор R3 и замкнувшиеся контакты кнопки и сигнализатор устанавливается в исходный режим. После закрывания двери при входе в квартиру и снятия руки с внутренней ручки конденсатор через 1 мин зарядится до напряжения срабатывания реле и устройство перейдет в ждущий режим.

Диод VD1 пропускает положительный полупериод сетевого напряжения к входной цепи, предохраняя от пробоя обратным напряжением эмиттерные пе-

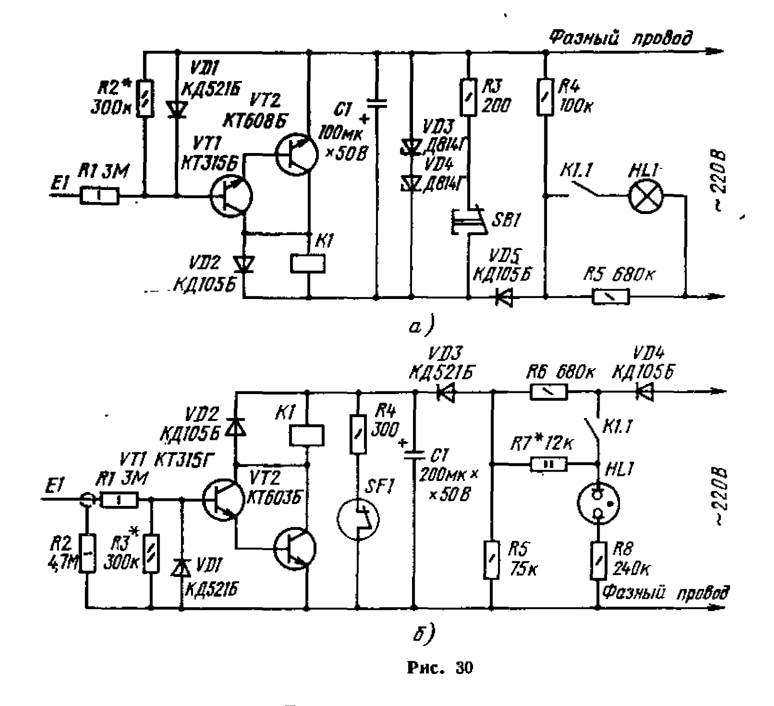


Рис. 30

реходы транзисторов VT1, VT2, а диод VD5 исключает разрядку конденсатора C1 через резистор R4 при положительных полупериодах сетевого напряжения. Диод VD2 гасит обратные импульсы напряжения на коллекторах транзисторов, образующихся от индуктивной энергии обмотки реле в момент закрывания транзисторов. Резистор R2 обеспечивает помехоустойчивость устройства.

В сигнализаторе используют кремниевые транзисторы с коэффициентом передачи тока не менее 50 из серии КТ315, КТ312 (VT1) и КТ608, КТ603 (VT2). Транзистор VT2 также может быть из серии КТ315, но надежность устройства при этом уменьшится. Диоды VD1 и VD5 обязательно должны быть кремниевые. Германиевые диоды сравнительно с кремниевыми имеют значительно больший обратный ток, и устройство при этом работает неустойчиво. Диод VD5 на максимальное обратное напряжение не менее 400 В, прямой ток 300—400 мА. Стабилитроны VD3 и VD4 — из серии Д814 на суммарное напряжение стабилизации около 20 В. Низковольтные стабилитроны для устройства непригодны, так как они пропускают обратный ток при напряжении, значительно меньшем напряжения стабилизации. Лампа HL1 на напряжение 220 В мощностью 10—15 Вт. Ее можно заменить несколькими последовательно включенными лампами на суммарное напряжение 220 В и общую мощность 5—15 Вт. Конденсатор C1 (например, К52-2, К52-1, К53-1) должен иметь небольшой ток утечки. При использовании конденсатора с алюминиевыми обкладками сопротивление резисторов R4 и R5 должно быть несколько меньшим по сравнению с указанным на схеме. Реле K1 слаботочное на рабочее напряжение 24 В, например РЭС-32, паспорт РФ4.500.341.

Налаживание автомата сводится к подбору резистора R2, при котором реле четко срабатывает и отпускает во время касания контакта E1.

Для повышения безопасности при эксплуатации устройства резистор R1 необходимо использовать с большим пробивным напряжением, на которое рассчитаны резисторы мощностью более 0,5 Вт. Для повышения помехоустойчивости сигнализатора длина провода, соединяющего ручку двери и резистор R1, не должна превышать 1,5 м, диаметр 0,2 мм. Внутренняя и наружная ручки двери не должны иметь между собой электрической цепи.

Сигнализатор можно также собрать с индикацией на неоновой лампе (рис. 30,*б*), например ТН-0,2, а вместо кнопки использовать геркон, управляемый постоянным магнитом, установленным на двери. Напряжение, снимаемое с делителя R5R6, через диод VD3 при разомкнутых контактах геркона SF1 заряжает конденсатор C1 до напряжения 30 В. При касании контакта E1 отрицательные полупериоды тока утечки протекают через базы транзисторов VT1 и VT2 и они открываются. Реле периодически включается и образует через резистор R7 дополнительную цепь зарядки конденсатора C1, который при этом разряжается в течение 1 ... 1,5 с. После разрядки конденсатора C1 реле отпускает.

Налаживание сигнализатора сводится к обязательной проверке правильности монтажа и сопротивления резистора R1, которое должно быть не менее 2,2 МОм. В этом случае ток утечки при касании контакта E1 не превышает 0,1 мА. Прохождение такого тока через организм человек не ощущает. Подключение фазного провода к сигнализатору должно соответствовать схеме. При налаживании необходимо соблюдать меры предосторожности, так как его элементы находятся под сетевым напряжением.

Устройство включения ламп накаливания

Сопротивление холодной нити накала лампы освещения в 8 ...10 раз меньше по сравнению с сопротивлением при номинальном режиме работы. По этой причине во время включения происходит значительное превышение номинального тока, что приводит к ускоренному разрушению нити накала. Увеличить срок службы лампы освещения можно путем ограничения на несколько секунд после включения протекающего через нее тока. За это время нить накала нагревается до определенной температуры, сопротивление ее повышается, после чего лампу включают на номинальную мощность, при которой через нее протекает номинальный ток.

Устройство, схема которого показана на рис. 31,*а* позволяет на 1 с после включения выключателя SA1 уменьшить в 2 раза протекающий ток через лампу, а затем включить ее на номинальное напряжение. Уменьшение тока после включения происходит за счет пропускания только отрицательного полупериода тока сети диодом VD1. Положительный полупериод тока через лампу в этом время не протекает, так как тринистор VS1 закрыт. Через диод VD2 и резистор R4 заряжается конденсатор C1. В это время транзистор VT1 закрыт. После зарядки конденсатора начинает протекать ток через резистор R3 и базовую цепь транзистора, что приводит к открыванию тринистора в начале каждого положителього полупериода. С этого времени через лампу протекает номинальный ток.

Стабилитрон VD3 ограничивает напряжение на коллекторе транзистора VT1 при закрытом тринисторе VS1. После выключения лампы выключателем

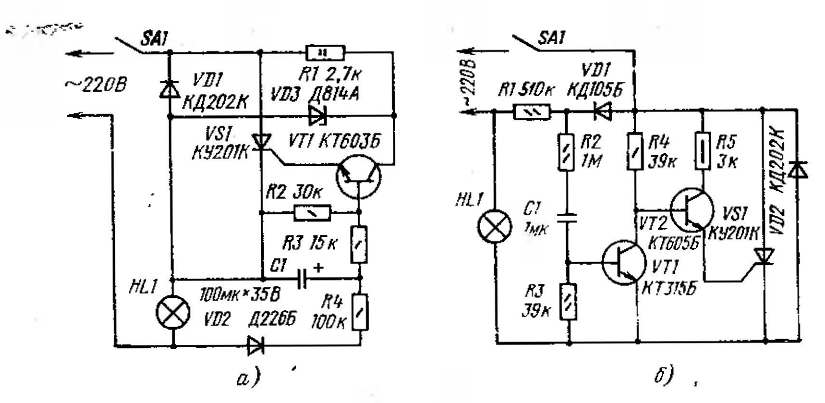


Рис. 31

SA1 происходит разрядка конденсатора через резисторы R3 и R2 и устройство устанавливается в исходное состояние.

В устройстве можно применить любой кремниевый транзистор из серии КТ315, КТ312, КТ603 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30. Стабилитрон VD3 на напряжение стабилизации 6—10 В и максимальный ток стабилизации не менее 30 мА. Диод VD1 и тринистор VS1 должны быть на максимальное обратное напряжение не менее 300 В и прямой ток не менее 1 А, конденсатор C1 на номинальное напряжение не менее 15 В.

При использовании исправных элементов и правильном монтаже устройство надежно работает без налаживания. Задержку на включение номинального тока подбирают емкостью конденсатора C1.

Подобное устройство также можно собрать по схеме, изображенной на рис. 31,*б*. В отличие от ранее описанного оно собрано на двух транзисторах VT1 и VT2. После включения выключателя SA1 отрицательные полупериоды сетевого тока проходят через диод VD2 и лампу HL1. Конденсатор C1 заряжается через диод VD1, резистор R2 и базовую цепь транзистора VT1 положительными полупериодами сетевого напряжения. При этом транзистор VT1 открыт, VT2, и тринистор VS1 закрыты. После зарядки конденсатора транзистор VT1 закрывается, VT2 и тринистор открываются в начале каждого положительного полупериода сетевого напряжения, и после этого через лампу протекает номинальный ток.

Транзистор VT1 может быть любой из серии КТ315, КТ312; VT2 — высоковольтный на напряжение коллектор — эмиттер не менее 250 В, например КТ605Б, КТ940А. Остальные элементы выбирают так же, как и для первого варианта устройства.

Фотоэкспозиметры

Одним из условий получения качественного отпечатка является правильный выбор времени экспозиции. Изготовление нескольких пробных отпечатков при различных выдержках времени приводит к значительным потерям времени и расходу фотоматериалов. Особенно это усложняется при различной плотности кадров негатива и низкой квалификации фотолюбителя.

Описываемый фотоэкспозиметр предназначен для определения времени экспозиции при фотопечати и автоматического выключения лампы увеличителя после истечения этого времени. Применение этого прибора позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на отпечатку фотоснимков, повысить их качество и исключить расход материалов для пробных отпечатков. Минимальное время экспозиции 0,5 с, максимальное — 60 с.

Принципиальная схема прибора изображена на рис. 32. Экспозиметр рассчитан на два режима работы: «Установка» и «Выдержка», устанавливаемые переключателем SA1.

В режиме «Установка» через переключатель SA1 поступает напряжение на резистор R1 и лампу HL1. Кроме того контакты переключателя подают напряжение питания на лампу увеличителя. При освещении помещенного в проекцию снимка фоторезистора R3 транзисторы VT1 и VT2 открываются и через лампу HL1 протекает ток, значение которого пропорционально освещенности фоторезистора. Правильным положением ручки переменного резистора R4 считается такое, при котором начинает светиться лампа HL1. Таким образом установленное сопротивление этого резистора задает время экспозиции в режиме «Выдержка».

Резистор R1 предназначен для установки чувствительности экспозиметра в зависимости от используемого типа фотобумаги. Диод VD2 предотвращает зарядку конденсатора C1 через фоторезистор, а диод VD4 — через лампу HL1 и обмотку реле K1 при случайном нажатии на кнопку SB1 в режиме «Установка».

В режиме «Выдержка» в коллекторную цепь транзистора VT2 включается обмотка реле K1. При нажатии на кнопку SB1 заряжается конденсатор C1 до напряжения стабилизации стабилитрона VD6. После отпускания кнопки конденсатор C1 разряжается через базовые цепи транзисторов VT1, VT2 и резистор R4. Во время разрядки конденсатора C1 транзисторы VT1 и VT2 открыты, якорь реле притянут к сердечнику обмотки и через контакты K1.2 напряжение сети поступает на лампу увеличителя. Для более быстрого выключения реле после разрядки конденсатора C1, что увеличивает срок его службы, контакты K1.1 разрывают дополнительную цепь тока через базу транзистора VT2 в на-

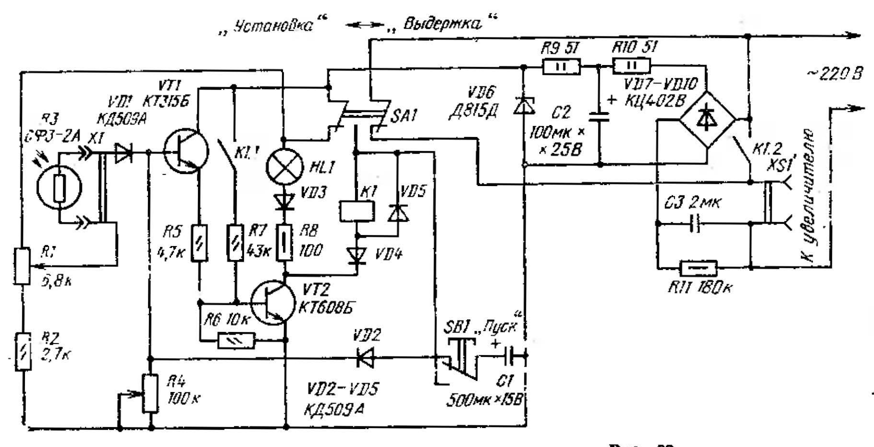


Рис. 32

чальный момент выключения реле. При этом транзистор VT2 быстро призакрывается, напряжение на обмотке реле уменьшается, и оно сразу же отпускает. Диод VD3 исключает цепь тока через обмотку реле K1, диод VD4, резистор R8, лампу HL1, резистор R1, фоторезистор R3 и диод VD1 на базу транзистора VT1, которая могла бы при освещенном фоторезисторе влиять на выдержку времени при экспозиции. Для предотвращения разрядки конденсатора C1 через освещенный фоторезистор использован диод VD1.

Блок питания экспозиметра собран по бестрансформаторной схеме с ограничением питающего тока конденсатором C3. Резистор R10 ограничивает ток выпрямительного моста при включении экспозиметра в сеть, R11 разряжает конденсатор C3 после выключения устройства.

Для экспозиметра используют кремниевые транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Диоды VD1—VD5 кремниевые. Реле K1 рассчитано на напряжение обмотки 12 В и ток срабатывания до 100 мА; контакты должны допускать коммутацию тока 0,5 А при напряжении 220 В, например РЭС-32, паспорт РФ4.500.341. Лампа HL1 на напряжение 9—12 В и ток 50—70 мА. Вместо нее можно применить светодиод красного свечения, например АЛ102А, использовав при этом резистор R8 сопротивлением 910 Ом.

В связи с тем что блок питания экспозиметра собран по бестрансформаторной схеме и его элементы находятся под напряжение сети, при налаживании следует соблюдать меры предосторожности. Для безопасности работы с устройством корпус для экспозиметра следует выполнить из изоляционного материала, а также надежно изолировать цепи питания и фоторезистор R3.

При налаживании сначала градуируют шкалу резистора R4 в режиме «Выдержка». Для этого с помощью секундомера определяют и отмечают положения ручки резистора R4, при которых выдержка времени будет кратна 5. Если максимальная выдержка времени при полном сопротивлении резистора R4 меньше 1 мин, следует использовать конденсатор C1 с большей емкостью. На шкале резистора R1 отмечают типы фотобумаг. Для этого нужно выполнить несколько отпечатков на фотобумаге «Унибром» с негатива средней плотности и записать время экспозиции каждого отпечатка. Затем устанавливают переключатель SA1 в положение «Установка», а ручку перемениого резистора R4 в положение, соответствующее выдержке, потребовавшейся для лучшего отпечатка. Поместив фоторезистор светочувствительным слоем навстречу потоку света от фотоувеличителя в зону средней освещенности снимка, перемещают подвижный контакт переменного резистора R1 до положения, при котором начинается свечение лампы HL1. Это положение ручки будет соответствовать чувствительности экспозиметра при работе с фотобумагой «Унибром». Поскольку чувствительность фотобумаги «Фотобром», «Бромпортрет», «Фотоконт» соответственно в 1,2; 1,7 и 2,5 раза меньше по сравнению с фотобумагой «Унибром», при экспозировании снимка на этих типах фотобумаги следует увеличить выдержку во столько же раз.

Размечая шкалу переменного резистора R1 для указанных типов фотобумаги при установленной освещенности фоторезистора, необходимо поочередно устанавливать выдержки в 1,2; 1,7; 2,5 раза больше выдержки лучшего отпечатка на фотобумаге «Унибром» и каждый раз вращением ручки переменного резистора R1 добиваться начала свечения лампы, отмечая против этого положения соответствующий тип фотобумаги. Подборкой сопротивления резистора

R2 определяют нижнее (по схеме) положение подвижного контакта переменного резистора R1.

Подобный фотоэкспозиметр можно собрать без электромагнитного реле, используя для коммутации лампы увеличителя тринистор. При этом появляется возможность плавного регулирования освещенности кадра путем уменьшения выделяемой мощности лампой фотоувеличителя. Это бывает необходимо при экспозировании снимков с малой плотностью.

Принципиальная схема экспозиметра с регулятором мощности показана на рис. 33. Он содержит времязадающий узел на транзисторах VT1—VT3, электронный ключ на транзисторе VT4, фазоимпульсный узел управления тринистором на транзисторах VT5, VT6 и сам тринистор VS1.

В зависимости от положения переключателя SA1 устройство работает в одном из режимов — «Установка» или «Выдержка». В положении «Установка» определяют оптимальную выдержку времени экспозирования. При этом фоторезистор R3 через контакты переключателя SA1 подключен к базе транзистора VT1. Напряжение на фоторезистор поступает с подвижного контакта переменного резистора R1, служащего для регулирования чувствительности экспозиметра при использовании различных типов фотобумаг. Если фоторезистор R3 затемнен, транзисторы VT1—VT3 закрыты и светодиод HL1 погашен. При освещенном фоторезисторе (установлен в нужном месте проекции кадра фотоувеличителя) через него протекает ток, пропорциональный освещенности. Протекая по базовой цепи транзисторов VT1—VT3, он открывает их, и светодиод HL1 загорается. Перемещением подвижного контакта переменного резистора R5 можно изменить базовый ток транзисторов, а значит, и определить положение ручки этого резистора, при котором начинается свечение светодиода. Поскольку, резистор R5 является элементом времязадающего узла, от его сопротивления зависит время экспозирования. В этом режиме базовая цепь транзистора VT4 разомкнута контактами переключателя SA1 и этот транзистор при любой освещенности фоторезистора закрыт. Фазоимпульсный узел управления тринистором функционирует, и переменным резистором R13 можно уста-

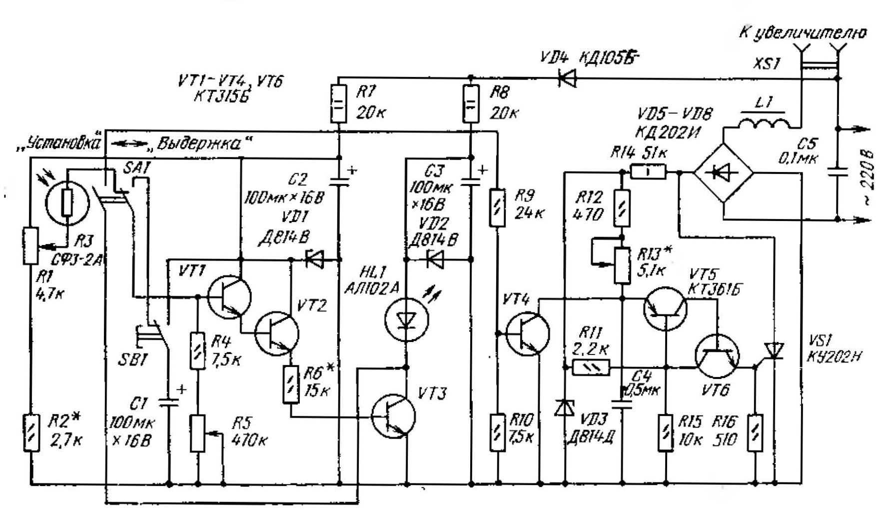


Рис. 33

новить нужную освещенность кадра. Описание работы фазоимпульсного узла приведено в описании реле времени.

При установке переключателя SA1 в положение «Выдержка» база транзистора VT1 переключается от фоторезистора к разряженному конденсатору C1 и транзисторы VT1—VT3 закрываются. Напряжение на коллекторе транзистора VT3 повышается. Через замкнутые контакты переключателя SA1 в этом режиме, резистор R9 и базовую цепь транзистора VT4 протекает ток, и транзистор открывается. Он шунтирует конденсатор C4, и транзисторы VT5, VT6, а также тринистор VS1 не открываются, и лампа фотоувеличителя погашена.

Для экспозирования снимка нажимают и отпускают кнопку SB1 «Пуск». Пока кнопка нажата (1...2 с), конденсатор C1 успевает зарядиться до напряжения стабилизации стабилитрона VD1, а при отпускании кнопки он разряжается по базовой цепи транзисторов VT1—VT3 и через резисторы R4, R5. При этом транзистор VT3 открывается, VT4 закрывается, лампа фотоувеличителя загорается. После разрядки конденсатора C1 транзисторы VT1—VT3 вновь закроются, и лампа фотоувеличителя погаснет.

Для уменьшения погрешности установленной выдержки экспозирования времязадающий узел питается от двух стабилизаторов напряжения, собранных на стабилитронах VD1 и VD2.

В экспозиметре можно использовать кремниевые маломощные транзисторы соответствующей структуры со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50 или транзисторные сборки с такими же параметрами транзисторов, например K125HT1. Электролитические конденсаторы C1—C3 могут быть любого типа; C4, C5 — бумажные или керамические. При использовании в увеличителе лампы мощностью не более 100 Вт диоды VD5—VD8 могут быть на прямой ток 300 мА и обратное максимальное напряжение не менее 400 В, например Д226Б. Стабилитроны — любого типа на напряжение стабилизации 9...12 В. Чувствительность фоторезистора должна быть не менее $6 \cdot 10^3$ мкА/(лм·В). Можно применить фоторезистор и на меньшую чувствительность, но при этом необходимо повысить напряжение его питания, подключив верхний (по схеме) вывод резистора R1 к дополнительному стабилизатору напряжения на 25...30 В. В таком стабилизаторе необходимо использовать конденсатор для сглаживания пульсаций на номинальное напряжение 35—50 В. Светодиод HL1 красного свечения на номинальный ток не более 10 мА. Дроссель L1, используемый для подавления радиопомех, образующихся в момент открывания тринистора, намотан на стержне диаметром 8 и длиной 30—40 мм, изготовленном из феррита марки 600НН, содержит 100—120 витков провода ПЭВ-2 0,8.

При налаживании экспозиметра следует помнить, что его элементы находятся под сетевым напряжением. Сначала налаживают фазоимпульсный узел управления тринистором в положении переключателя SA1 «Установка». При вращении ручки переменного резистора R13 с одного крайнего положения в другое освещенность кадра должна изменяться от 20 до 95% номинальной. Если предел изменения освещенности другой, следует подобрать резисторы R12, R13. Градуировку шкал переменных резисторов R1 и R5 производят так же, как и в предыдущем варианте экспозиметра.

Экспозиметр с регулятором мощности можно также собрать с применением трех транзисторов и одной микросхемы. Принципиальная схема такого

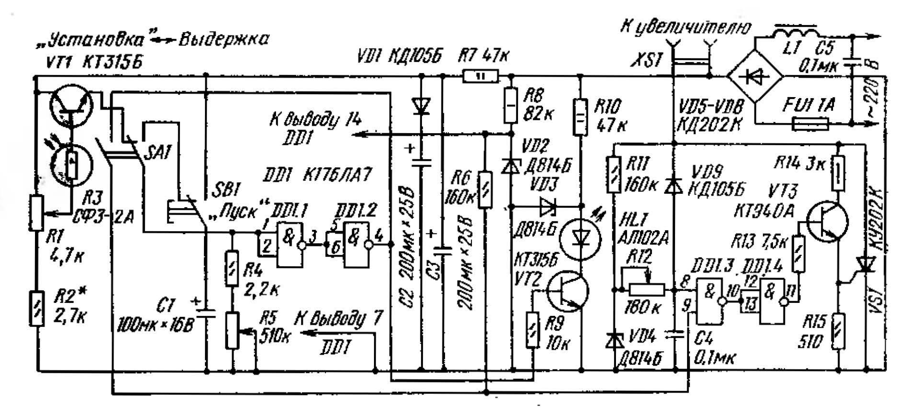


Рис. 34

экспозиметра показана на рис. 34. На логических элементах DD1.1, DD1.2 и фоторезисторе R3 собран времязадающий узел, на транзисторе VT2 и светодиоде HL1 выполнен узел индикации. Элементы DD1.3, DD1.4, транзистор VT3, тринистор VS1, диодный мост VD5—VD8 с высокочастотным фильтром на дросселе L1 и конденсаторе C5 составляют регулятор мощности. Режим работы выбирают переключателем SA1.

В режиме «Установка» ручку переменного резистора R1 устанавливают в положение используемого типа фотобумаги. Поместив фоторезистор R3 в зону средней освещенности проекции снимка, вращают ручку переменного резистора R5 до положения, при котором начинает светиться светодиод HL1. Затем устанавливают переключатель SA1 в положение «Выдержка» и нажимают на 0,5 ... 1 с кнопку SB1. При этом конденсатор C1 заряжается до напряжения стабилизации стабилитрона VD2. После отпускания кнопки конденсатор C1 разряжается через резисторы R4 и R5. Пока напряжение на конденсаторе C1 не понизится до 4,5 В (напряжение переключения элементов микросхемы), на выходе элемента DD1.2 установлен сигнал высокого уровня, транзистор VT2 открыт, светодиод HL1 светится и узел управления тринистором находится в рабочем состоянии. При этом ток сети, протекающий через диодный мост, лампу фотоувеличителя, резисторы R11, R12, в каждом полупериоде напряжения заряжает конденсатор C4. В это время на выходе элемента DD1.4 сигнал низкого уровня, транзистор VT3 и тринистор VS1 закрыты. Как только напряжение на конденсаторе C4 повысится до 4,5 В, элементы DD1.3, DD1.4 переключаются и на выходе DD1.4 устанавливается напряжение высокого уровня. Транзистор VT3 и тринистор открываются, пропуская до конца полупериода сетевого напряжения ток через лампу увеличителя. Конденсатор C4 разряжается через диод VD10 и открывшийся тринистор.

В экспозиметре можно использовать транзисторы VT1, VT2 из серии КТ315, КТ312; VT3—КТ940А, КТ605Б. Микросхема типа К176ЛА7 или К564ЛА7. Выбор остальных элементов и налаживание устройства производят так же, как и для предыдущего варианта экспозиметра.

Описанные экспозиметры при необходимости могут быть выполнены и для печати цветных снимков путем последовательного экспонирования через красный, зеленый и синий светофильтры. Для этого необходимо использовать три

времязадающих конденсатора различной емкости, которые поочередно подключаются к переключающему контакту кнопки SB1 с помощью дополнительного трехпозиционного переключателя, например П2К. Каждое положение переключателя соответствует одному из указанных цветов. Времязадающие емкости конденсаторов подбирают исходя из спектральной чувствительности используемого фоторезистора и максимальной выдержки времени экспозиметра, которая в положении переключателя для зеленого цвета должна быть 5 мин.

Для установки нужной чувствительности экспозиметра выполняют несколько отпечатков зеленого цвета через зеленый светофильтр и отмечают время экспозирования каждого. Затем на шкале времязадающего резистора устанавливают время лучшего отпечатка, помещают фоторезистор в проекцию зеленого цвета и вращением ручки переменного резистора, определяющего чувствительность (R1 на рис. 34), добиваются начала свечения светодиода или лампы. Это положение на шкале резистора R1 отмечают — «Цветная». Затем светофильтр меняют на красный, помещают фоторезистор в проекцию красного цвета и вращением ручки времязадающего резистора добиваются начала свечения светодиода. После этого со шкалы резистора считывают время и делят его на время лучшего зеленого отпечатка. Умножив частное от деления на значение емкости для зеленого цвета, получают значение емкости для красного цвета. Аналогичным способом определяют емкость конденсатора для экспонирования синего отпечатка.

Автостопы для магнитофонов

Многие бытовые магнитофоны не имеют устройства автоматического выключения лентопротяжного механизма при обрыве или окончании магнитной ленты. Такое устройство можно собрать по схеме, показанной на рис. 35,*а*. Кроме указаных функций оно позволяет останавливать лентопротяжный механизм на любом участке магнитной ленты при наклейке на нее светоотражающей полоски из полистироловой пленки с напыленным слоем алюминия, применяемой в металлопленочных конденсаторах или накопителях на магнитной ленте ЭВМ для наклейки маркера.

Устройство состоит из двухкаскадного усилителя постоянного тока на транзисторах VT1 и VT2 и несимметричного триггера на транзисторах VT3—VT4, нагрузкой которого является обмотка электромагнитного реле K1. Контакты K1.2 реле подключены в цепь питания электродвигателя или прижимного ролика лентопротяжного механизма магнитофона.

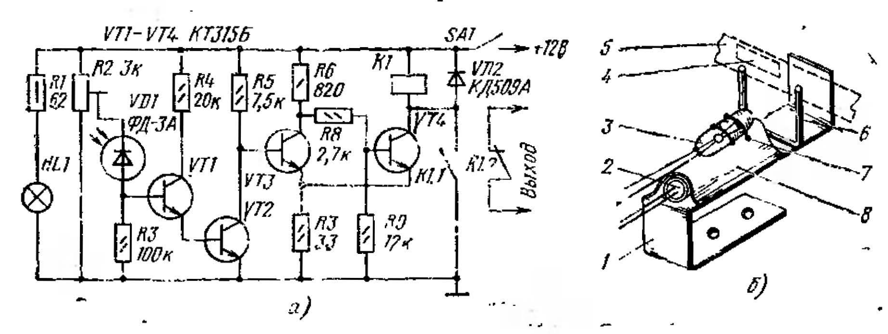


Рис. 35

При выключенном выключателе SA1 контакты К1.2 реле замкнуты и магнитофон работает без автостопа. После включения выключателя SA1 при заправленной ленте и отсутствии перед фотодиодом светоотражающей наклейки транзисторы VT1, VT2, VT4 будут закрыты, VT3 открыт и реле К1 отпущено. Если при движении ленты светоотражающая полоска окажется перед фотодатчиком, светодиод VD1 засветится отраженным светом и его сопротивление уменьшится, транзисторы VT1 и VT2 откроются, и несимметричный триггер переключится в другое состояние, при котором транзистор VT3 закрыт, VT4 открыт. Реле К1 сработает и контактами К1.1 заблокируется, а контакты К1.2 разомкнут цепь питания электродвигателя или прижимного ролика лентопротяжного механизма. Для дальнейшего пуска лентопротяжного механизма нужно выключить выключатель SA1. Также работает автостоп при обрыве или окончании магнитной ленты.

Конструкция фотодатчика показана на рис. 35,*б*. Фотодиод *2* и лампа *3* закреплены на стальном кронштейне *1* с помощью скобы *8* и проволочной спирали *7* таким образом, что свет от лампы может попасть на фотодиод только отразившись от загнутой части кронштейна, на которую наклеена светоотражающая пленка, или полоски светоотражающей пленки *5*, наклеенной на магнитную ленту *4*. Проволочная скоба *6* ограничивает перемещение ленты в плоскости, перпендикулярной направлению ее движения.

В устройстве использована миниатюрная лампа СМН-10-0,05 на номинальное напряжение 10 В и ток 50 мА. Транзисторы кремниевые маломощные с коэффициентом передачи тока не менее 40. Реле К1 любого типа на номинальное напряжение обмотки 12 В и ток срабатывания не более 50 мА, например РЭС-32, паспорт РФ4.500.341. Его контакты должны быть рассчитаны на коммутацию рабочего напряжения лентопротяжного механизма магнитофона.

При налаживании подстроечным резистором R2 устанавливают нужную чувствительность фоторезистора, а перемещением вдоль оси кронштейна лампы и фотодиода — надежную работу фотодатчика.

Описанный автостоп не может быть использован в кассетных магнитофонах из-за отсутствия места установки. Для кассетных магнитофонов можно изготовить автостоп, если в течение определенного времени нет звукового сигнала (рис. 39) или при остановке движения подкассетника.

Принципиальная схема автостопа, срабатывающего при остановке вращения подкассетника, показана на рис. 36. Устройство состоит из фотодатчика на лампе HL1 и фотодиоде VD1, инверторов на элементах DD1.1 и DD1.4, реле

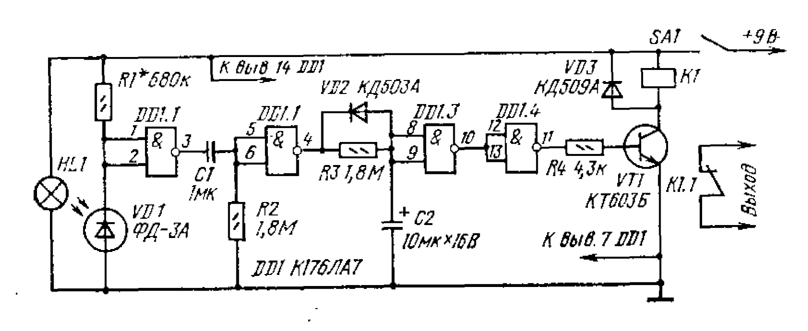


Рис. 36

времени на элементах DD1.2, DD1.3 и усилителя мощности на транзисторе VT1, нагрузкой которого служит электромагнитное реле K1.

Фотодатчик работает на отраженном свете, поэтому лампу HL1 и фотодиод VD1 следует расположить так, чтобы свет на фотодиод попадал только отразившись от подкассетника, который открашивают на чередующиеся участки черного и белого цвета.

В исходном состоянии при включенном выключателе SA1 и невращающемся подкассетнике на выходе элемента DD1.1 может быть напряжение высокого уровня, если фотодатчик расположен перед белым участком или напряжение низкого уровня при расположении фотодатчика перед черным участком. На выходе элемента DD1.2 установлено напряжение высокого уровня, от которого через резистор R3 заряжается конденсатор C2. При этом на выходе элемента DD1.3 будет напряжение высокого уровня, а на выходе элемента DD1.4 — низкого уровня, транзистор VT1 закрыт и реле K1 обесточено. Время зарядки конденсатора C2 через резистор R3 до напряжения 4,5 В выбрано около 20 с. Если в течение этого времени не поступит сигнал с фотодатчика на вход элемента DD1.1, элементы DD1.3, DD1.4 переключатся в другое состояние, транзистор откроется, реле K1 сработает и контактами K1.1 разомкнет цепь питания электродвигателя магнитофона. В случае, когда до истечения этого времени начнется вращение подкассетника, поступающие на вход элемента DD1.2 импульсы будут переключать этот элемент, конденсатор C2 быстро разрядится через диод VD2 и реле K1 не сработает.

В устройстве могут быть использованы следующие элементы: лампа HL1 типа СМН-10-0,05 напряжением 10 В на номинальный ток 50 мА, микросхема типа К176ЛА7, К176ЛЕ5 или К564ЛА7, К564ЛЕ5, транзистор из серии КТ603, КТ608 с любым буквенным обозначением, коэффициент передачи тока которого не менее 30, реле K1 типа РЭС-32, паспорт РФ4.500.341. При изготовлении устройства для транзисторного магнитофона реле K1 можно использовать типа РЭС-34, паспорт РС4.524.373 или РЭС-60, паспорт РС4.569.438. Диод VD2 любого типа малой мощности кремниевый, VD3 — из серий КД105, Д226.

Налаживание устройства сводится к правильному расположению лампы и фотодиода, при котором засветка фотодиода может произойти только отраженным от подкассетника светом. При этом подбирают резистор R1, чтобы элемент DD1.1 надежно переключался при смене цвета участка на подкассетнике.

Автомат поиска фонограммы на магнитной ленте

Автомат предназначен для автоматического поиска заданной фонограммы на магнитной ленте и выключения электродвигателя или электромагнита прижимного ролика катушечного магнитофона при ее нахождении. Для возможности автоматического поиска на каждой дорожке магнитной ленты должно быть записано не более 16 фонограмм. Длина каждой фонограммы может быть любой. Обычно все записи фонограмм на больших бобинах помещаются в двух зонах. Разделение фонограмм в каждой зоне производят путем наклейки на основу магнитной ленты светоотражающей полоски шириной 3 и длиной 10 мм из полистироловой пленки с напыленным слоем алюминия, применяемой в металлопленочных конденсаторах или для наклейки маркеров на магнитную ленту, которую используют в накопителях на магнитной ленте ЭВМ. Поиск фонограммы осуществляется в режиме перемотки с любого участка магнитной

ленты в любом направлении. Номер фонограммы, расположенной возле магнитных головок, высвечивается светодиодом. В режимах воспроизведения и записи магнитофона автомат может выключать лентопротяжный механизм в начале следующей фонограммы.

Устройство работает от источника постоянного тока напряжением 5 В. Ток потребления в любом режиме не превышает 200 мА.

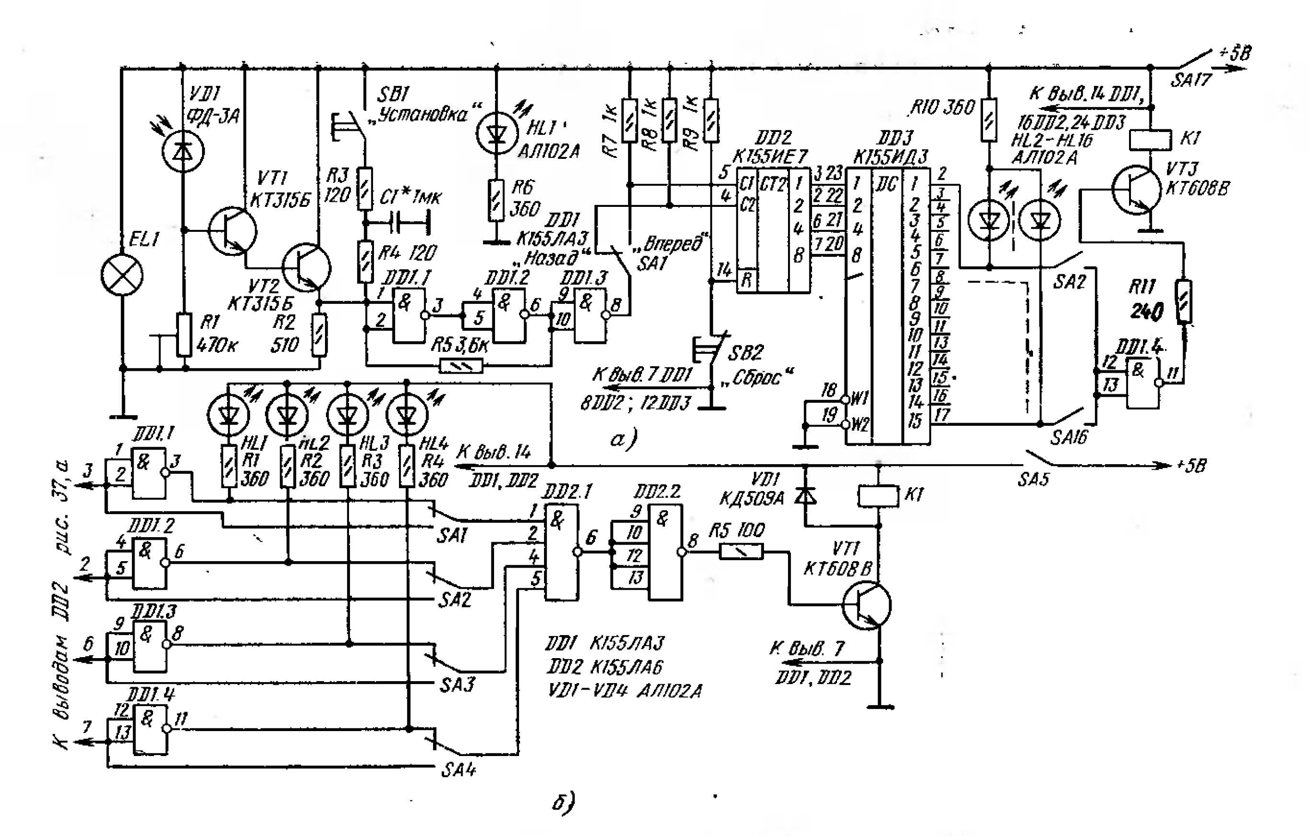
Принципиальная схема автомата изображена на рис. 37,*а*. Устройство состоит из фотореле, собранного на фотодиоде VD1 и транзисторах VT1, VT2, несимметричного триггера на элементах DD1.1, DD1.2, инвертора на элементе DD1.3, четырехразрядного реверсивного двоичного счетчика на микросхеме DD2, двоично-десятичного дешифратора на микросхеме DD3, узла индикации на светодиодах HL2—HL16, переключателей SA2—SA16 установки номера фонограмм и исполнительного узла на элементе DD1.4 транзистора VT3 и реле K1.

После включения устройства переключателем SA17 необходимо нажатием на кнопку SB2 установить счетчик в нулевое состояние. Переключатель SA1 устанавливают в положение, соответствующее направлению перемотки. Контакты переключателя SA1 целесообразно механически соединить с переключателем направления перемотки магнитофона.

При заправленной магнитной ленте фотодиод VD1 затемнен и транзисторы VT1, VT2 закрыты. На выходе элемента DD1.3 установлено напряжение высокого уровня, на выходе элемента DD1.4 — низкого уровня. Транзистор VT3 закрыт, и реле K1 обесточено. При движении возле фотореле светоотражающей полоски отраженный свет попадает на фоторезистор, что приводит к уменьшению его обратного сопротивления. Транзисторы VT1, VT2 открываются, и несимметричный триггер на элементах DD1.1 и DD1.2 переключается. На выходе элемента DD1.3 устанавливается напряжение низкого уровня. После затемнения фотодиода транзисторы VT1 и VT2 закрываются, несимметричный триггер возвращается в исходное состояние и на выходе элемента DD1.3 устанавливается напряжение высокого уровня (лог. 1). При этом содержание счетчика в зависимости от положения переключателя SA1 увеличивается или уменьшается на единицу. Выходы счетчика соединены с входами дешифратора, выполненного на микросхеме DD3, предназначенного для преобразования двоичной информации счетчика в десятичную. На соответствующем выходе дешифратора установлено напряжение низкого уровня, и светодиод, подключенный к этому выходу через токоограничивающий резистор, светится. Если к этому же выходу дешифратора одним из переключателей SA2—SA16 подключен вход элемента DD1.4, на его выходе устанавливается напряжение высокого уровня, транзистор VT3 открывается, реле K1 срабатывает и выключает лентопротяжный механизм магнитофона. Для последующего пуска магнитофона необходимо выключить переключатели SA2—SA16. При этом на выходе элемента DD1.4 установится напряжение низкого уровня, транзистор VT3 закроется, реле K1 отпустит якорь и размыкающимися контактами соединит цепь питания магнитофона.

Кнопка SB1 служит для ручной установки (при необходимости) счетчика в нужное состояние. Переменным резистором R1 устанавливают нужную чувствительность фотореле. Светодиод HL1 индицирует включенное состояние автомата.

Для устройства пригодны кремниевые транзисторы: VT1, VT2 малой мощности из серии KT315, KT312; транзистор VT3 кремниевый средней мощности



+5В
SA17
VD1
ФД-3А
VT1
КТ315Б
VT2
КТ315Б
EL1
R1
470к
R2
510
SB1
„Установка"
R3
120
C1* 1мк
R4 120
HL1
АЛ102А
R6
360
DD1
К155ЛА3
DD1.1
DD1.2
DD1.3
R5 3,6к
„Назад"
„Вперед"
SA1
R7 1к
R8 1к
R9 1к
DD2
К155ИЕ7
DD3
К155ИД3
SB2
„Сброс"
К выв. 7 DD1
8 DD2; 12 DD3
R10 360
К выв. 14 DD1,
16 DD2, 24 DD3
HL2-HL16
АЛ102А
K1
VT3
КТ608В
SA2
R11
240
DD1.4
SA16
а)
К выв. 14
DD1, DD2
SA5
+5В
HL1
HL2
HL3
HL4
R1
R2
R3
R4
360
DD2.1
DD2.2
VD1
КД509А
R5 100
VT1
КТ608В
К выв. 7
DD1, DD2
SA1
SA2
SA3
SA4
DD1 К155ЛА3
DD2 К155ЛА6
VD1-VD4 АЛ102А
К выводам DD2 рис. 37, а
б)

Рис. 37

из серии КТ603, КТ608, КТ815. Статический коэффициент передачи тока используемых транзисторов должен быть не менее 40. Микросхему DD1 используют типа К155ЛА3, К131ЛА3, К133ЛА3, светодиоды на номинальный ток не более 10 мА, реле К1 на ток срабатывания не более 150 мА, например типа РЭС-6, паспорт РФ0.452.109. Конструкция фотореле показана на рис. 35,*б*.

Автомат можно значительно упростить, если в узле установки искомой фонограммы использовать двоичное кодирование информации (рис. 37,*б*). При этом не нужен двоично-десятичный дешифратор и число переключателей для выбора искомой фонограммы, а также число светодиодов для индикации сократится с 15 до 4 штук. Дополнительно потребуется использовать две микросхемы DD1 и DD2.

При совпадении на четырех входах элемента DD2.1 напряжений высокого уровня на его выходе устанавливается напряжение низкого уровня, а на выходе элемента DD2.2 — напряжение высокого уровня. Транзистор VT3 открывается, и реле К1 срабатывает, размыкая цепь питания лентопротяжного механизма. Переключатели SA1—SA4 для поиска нужного номера фонограммы устанавливают в двоичном коде по приведенной табл. 2. Содержимое счетчика также высвечивается светодиодами HL1—HL4 в двоичном коде.

Таблица 2

Номер фонограммы	Переключатель	Номер фонограммы	Переключатель
1	SA1	9	SA1, SA4
2	SA2	10	SA2, SA4
3	SA1, SA2	11	SA1, SA2, SA4
4	SA3	12	SA3, SA4
5	SA1, SA3	13	SA1, SA3, SA4
6	SA2, SA3	14	SA2, SA3, SA4
7	SA1, SA2, SA3	15	SA1, SA2, SA3, SA4
8	SA4		

Электронное реле паузы

Устройство предназначено для автоматического выключения магнитофона, а также для автоматической смены кадров в проекционном аппарате (например, в фильмоскопе) в конце участка фонограммы. Выдержку времени на включение исполнительного реле после окончания фонограммы можно устанавливать от 1 до 60 с. Вход устройства подключают к линейному выходу магнитофона. Электронное реле паузы питается от источника постоянного тока напряжением 12 В и потребляет ток не более 100 мА.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 38. Оно состоит из однокаскадного усилителя звуковой частоты на транзисторе VT1, реле времени на транзисторах VT2, VT3 и несимметричного триггера на транзисторах VT4, VT5, нагрузкой которого служит электромагнитное реле К1.

После включения выключателя SA1 напряжение источника питания поступает на элементы устройства. В связи с тем что конденсатор С3 разряжен, транзисторы VT3 и VT4 останутся закрытыми, транзистор VT5 откроется, сработает реле К1, контакты К1.1 которого заблокируют контакты выключателя,

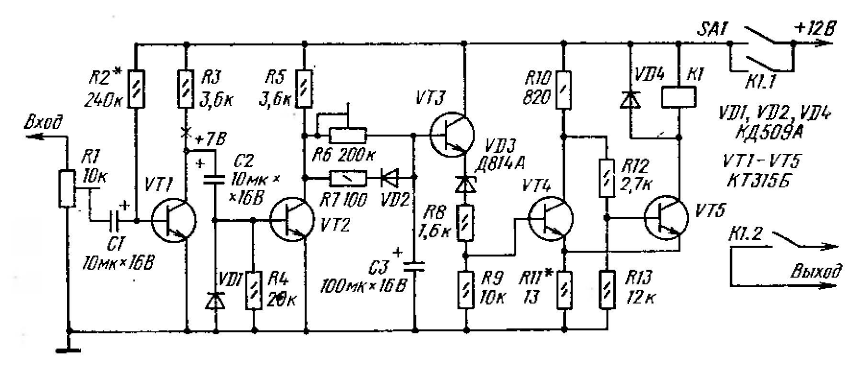


Рис. 38

Поступивший на вход сигнал звуковой частоты, уровень которого устанавливают подстроечным резистором R1, усиливается транзистором VT1 и поступает на вход транзистора VT2. При открывании транзистора VT2 цепь зарядки конденсатора C3 через резисторы R5 и R6 шунтируется и конденсатор останется разряженным. Если конденсатор C3 до начала времени поступления входного сигнала был частично заряжен, он быстро разрядится через резистор R7, диод VD2 и открывающийся транзистор VT2. При отсутствии на входе устройства звукового сигнала транзистор VT2 закрыт и конденсатор C3 заряжается через резисторы R5, R6. Время зарядки от 1 до 60 с может быть установлено подстроечным резистором R6.

Как только напряжение на конденсаторе C3 превысит напряжение стабилизации стабилитрона VD3, транзистор VT3 откроется. При достижении на резисторе R9 напряжения переключения несимметричного триггера транзистор VT4 открывается, VT5 закрывается и реле K1 отпускает, размыкая контактами K1.1 при выключенном выключателе SA1 цепь питания устройства. Контакты K1.2 разрывают цепь питания исполнительного механизма. Если выключатель SA1 во время работы устройства включен, реле K1 будет срабатывать во время паузы, а затем отпускать после ее окончания при поступлении на вход звукового сигнала. Диод VD4 гасит выбросы напряжения на коллекторе транзистора VT5 при отпускании реле K1.

В устройстве применяют кремниевые маломощные транзисторы, ток коллектора которых не менее 50 мА и коэффициент передачи тока не менее 50, диоды на прямой ток не менее 100 мА, стабилитрон типа Д814А, Д814Б, реле на рабочее направление обмотки 12 В и ток срабатывания не более 70 мА, например РЭС-6, паспорт РФ0.452.106. Конденсатор C3 желательно выбирать с относительно малым током утечки, например типа К52-1, К53-1; C1, C2 — любого типа.

При налаживании реле паузы подбором сопротивления резистора R2 устанавливают указанный на схеме режим по постоянному току транзистора VT1, подбором резистора R11 — надежное срабатывание и отпускание реле K1.

Подобное реле паузы можно собрать с применением микросхемы, что позволяет уменьшить количество дискретных элементов. Принципиальная схема такого варианта реле паузы показана на рис. 39. Устройство содержит входной усилитель на транзисторе VT1, инверторы DD1.1, DD1.2, времязадающую цепь

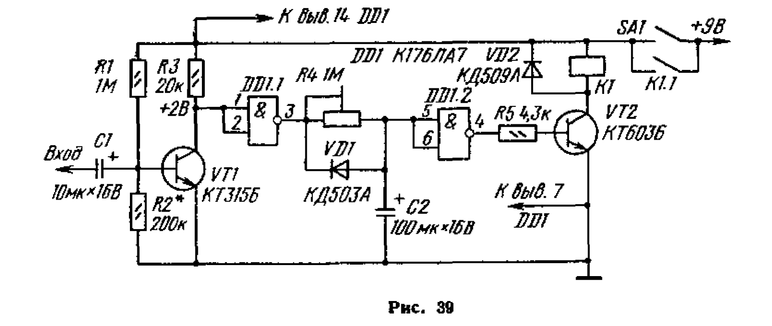


Рис. 39

на резисторе R4 и конденсаторе C2 и выходной усилитель мощности на транзисторе VT2, нагрузкой которого служит обмотка электромагнитного реле K1. Исполнительные контакты реле на схеме не показаны. При включении напряжения питания конденсатор C2 разряжен и на выходе элемента DD1.2 устанавливается напряжение высокого уровня.

Транзистор VT2 открывается и срабатывает реле K1. Контакты K1.1 самоблокируют контакты выключателя SA1 включения питания. После этого выключатель SA1 можно выключить. При отсутствии на входе звуковой частоты транзистор VT1 приоткрыт током смещения через резистор R1 и напряжение на коллекторе около 2 В. При этом на выходе элемента установлено напряжение высокого уровня, которое через резистор R4 заряжает конденсатор C2. Время зарядки конденсатора C2 в пределах 1...60 с устанавливают подстроечным резистором R4. Как только напряжение на конденсаторе C2 повысится до 4,5 В, на выходе инвертора DD1.2 установится напряжение низкого уровня, транзистор VT2 закроется и реле K1 отпустит якорь.

Если до выключения реле K1 на вход устройства поступит сигнал звуковой частоты, амплитуда которого не менее 100 мВ, при закрывании транзистора VT1 на выходе элемента DD1.1 устанавливается напряжение низкого уровня, и конденсатор C2 быстро разряжается через диод VD1 и выходной транзистор элемента DD1.1, и реле останется включенным.

Транзисторы VT1 и VT2 должны быть со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Диоды VD1, VD2 на прямой ток не менее 50 мА. Реле K1 — РЭС-9, паспорт РС4.524.202.

При налаживании реле паузы сначала отключают конденсатор C2 и подбирают сопротивление резистора R2 таким, чтобы при отсутствии входного сигнала напряжение на коллекторе транзистора VT1 составляло 2 В. После этого подключают конденсатор C2 и резистором R4 устанавливают требуемую задержку времени на срабатывание реле K1 после окончания звукового сигнала.

Переключатели елочной гирлянды

Переключатель елочной гирлянды, принципиальная схема которого изображена на рис. 40, предназначен для гирлянд напряжением 220 В, ток потребления которых не превышает 2 А. В зависимости от положения подвижного контакта переменного резистора R5 устройство создает различные серии световых импульсов.

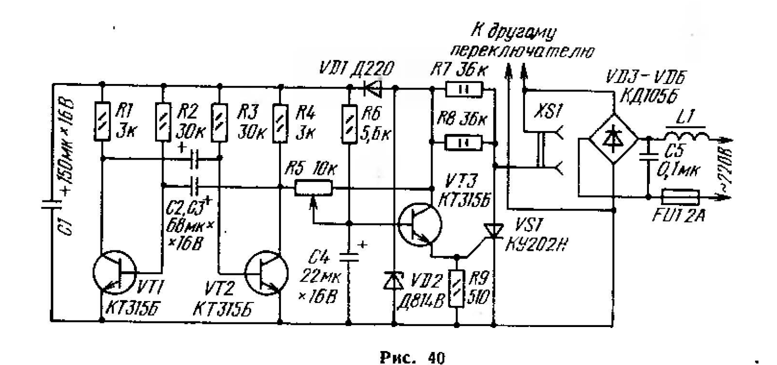


Рис. 40

Коммутирующим элементом гирлянды служит тринистор VS1, управление которым осуществляется от ключа на транзисторе VT3. Сигналы управления на ключ поступают с подвижного контакта переменного резистора R5, подключенного одним выводом к мультивибратору, другим — к источнику питающего напряжения. Для изменения формы входного сигнала к базе управляющего транзистора подсоединен конденсатор C4 и резистор R6. В каждом положении подвижного контакта переменного резистора R5 образуются различные серии сигналов, управляющие транзистором VT3.

Для подавления радиопомех, образующихся при работе тринистора, в цепь питания переключателя включен высокочастотный фильтр, состоящий из дросселя L1 и конденсатора C5. Дроссель содержит 150 витков провода ПЭВ 0,8, намотанного на ферритовый стержень марки 600НН, длина которого 40 и диаметр 8 мм. Для подключения нескольких гирлянд собирают один выпрямитель и фильтр на несколько переключателей. При суммарной мощности всех гирлянд не более 100 Вт диоды VD3—VD6 могут быть на прямой ток 300 мА, например Д226Б, КД105Б. Транзисторы VT1—VT3 кремниевые маломощные любого типа из серии КТ315, КТ312.

Статический коэффициент передачи тока используемых транзисторов должен быть не менее 30. Стабилитрон VD2 на напряжение стабилизации 8—14 В. Конденсатор C5 на номинальное напряжение не менее 400 В, конденсаторы C1—C4 электролитические любого типа на номинальное напряжение не менее 15 В, например К50-6.

При правильном монтаже и использовании исправных элементов налаживать переключатель не требуется.

Для плавного циклического зажигания или погасания елочной гирлянды можно собрать переключатель, принципиальная схема которого показана на рис. 41. Он содержит диодный мост VD2—VD5, тринистор VS1, ключ, управляющий тринистором, на транзисторе VT1, мультивибратор на микросхеме DD1, частота которого около 100 Гц, и узел питания микросхемы на диоде VD1, резисторе R1, стабилитроне VD7 и конденсаторе C3. Плавное изменение фазы открывания тринистора осуществляется за счет небольшой разности частоты мультивибратора и частоты полупериодов выпрямленного сетевого напряжения. Если частота мультивибратора будет немного меньше 100 Гц, фаза открывания тринистора в каждом полупериоде сетевого напряжения будет уменьшаться, а ток через гирлянду увеличиваться. При этом гирлянда будет плавно

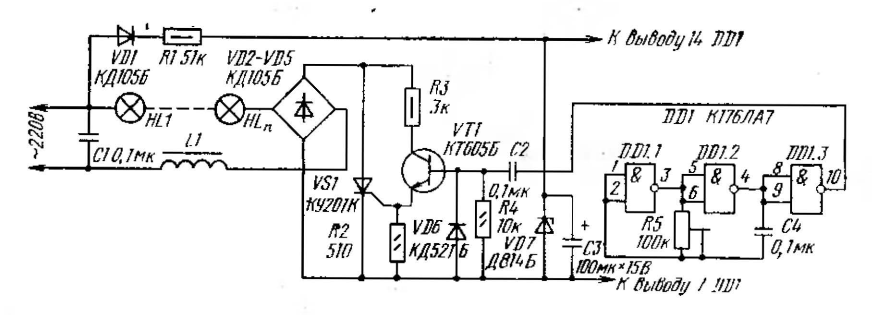


Рис. 41

зажигаться и быстро гаснуть. Если частоту мультивибратора установить немного больше 100 Гц, фаза открывания тринистора будет увеличиваться и гирлянда будет быстро зажигаться и медленно гаснуть. Частоту переключений мультивибратора устанавливают подстроечным резистором R4. Для более плавной регулировки частоты резистор R4 можно заменить двумя резисторами: постоянным на сопротивление 43 кОм и переменным на сопротивление 15 кОм.

Для стабильной работы переключателя необходимо выбрать конденсатор С4 с малым ТКЕ, например бумажный или металлобумажный. Транзистор VT1 на напряжение коллектор — эмиттер не менее 250 В, например КТ940А, КТ605Б. Микросхема типа К176ЛА7, К176ЛЕ5, К564ЛА7, К564ЛЕ5. При использовании трехэлементной микросхемы из этой серии, например К176ЛА9 или К176ЛЕ10, следует учесть, что нумерация их выводов отличается от показанной на схеме. Тринистор VS1 можно использовать также из серии КУ202, который рассчитан на прямое максимальное напряжение не менее 300 В, например КУ202К. Диоды VD1—VD6 из серии КД105 или типа Д226Б, диод VD6 — любого типа.

Реле поворотов

На некоторых моделях легковых автомобилей, например «Москвич-2140», применяется электронно-механический прерыватель (реле) указателей поворота типа РС950Е. Оно выполняет функции коммутатора ламп указателей поворота, а также контролирует их исправность. Если при работающем двигателе происходит случайное отключение аккумуляторной батареи, в бортовой сети автомобиля резко повышается напряжение, что приводит к выходу из строя микросхемы К224ГГ2 реле поворотов. В связи с тем что этот тип микросхемы рассчитан на специальное применение, ремонт реле зачастую не предоставляется возможным по причине отсутствия микросхемы. Отремонтировать устройство можно и без применения указанной микросхемы. При этом реле поворотов не ухудшит своих технических характеристик. Кроме того, оно не выходит из строя при повышенном напряжении бортовой сети. Ток потребления в исходном состоянии по сравнению с заводским исполнением уменьшается с 20 до 1 мА. Обозначение контактов выходных разъемов на схеме устройства соответствует обозначению на его корпусе.

Принципиальная схема реле поворотов, с мультивибратором на транзисторах, показана на рис. 42,*а*. Вместо микросхемы в этом варианте устройства использованы транзисторы VT2—VT4 с подключенными к ним радиоэлемента-

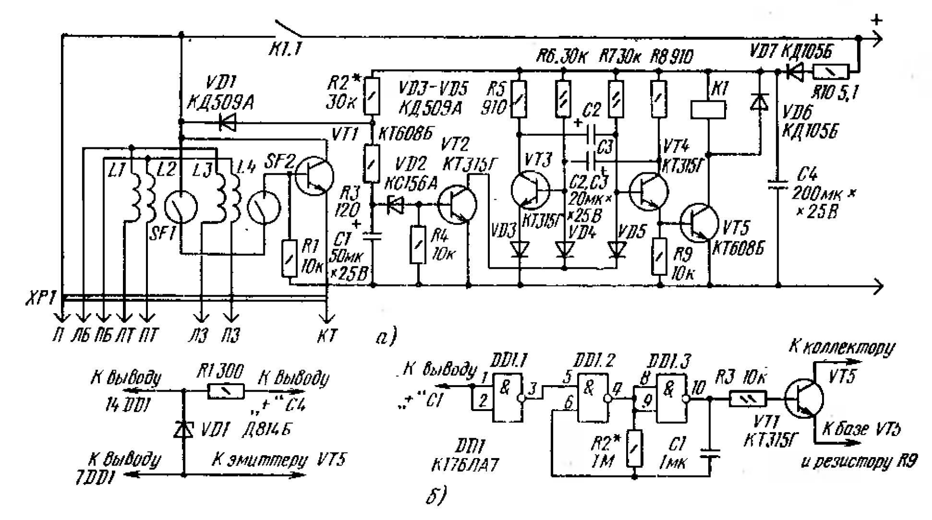


Рис. 42

ми. Транзисторы VT1, VT5, реле К1, герконовые реле L1L2SF1, L3L4SF2 использованы с реле РС950Е.

В исходном состоянии при включенном напряжении питания и выключенном переключателе указателей поворота (на схеме не показан) транзистор VT2 открыт током, протекающим через резисторы R2, R3, стабилитрон VD2 и базовую цепь транзистора. Транзисторы VT1, VT3—VT5 закрыты и реле К1 отпущено.

При установке переключателя указателей поворота в правое положение соединяется цепь между выходными контактами П и ПБ и через резистор R3, диод VD1, контакты переключателя, обмотки реле L2, L4, переднюю и заднюю лампы указателей поворота разряжается конденсатор С1. Транзистор VT2 закрывается, что устанавливает мультивибратор на транзисторах VT3 и VT4 в рабочий режим, при котором он начинает переключаться. Во время открывания транзистора VT4 открывается транзистор VT5 и срабатывает реле К1. После замыкания контактов К1.1 через контакты переключателя и обмотки L2, L4 поступает напряжение на переднюю и заднюю лампы указателей поворота. При этом замыкаются контакты SF1 и SF2 герконовых реле, открывается транзистор VT1 и напряжение бортовой сети поступает на контакт КТ, который соединен с контрольной лампой указателей поворота, расположенной на приборной панели автомобиля. Чтобы транзистор VT2 не открывался во время работы мультивибратора, время зарядки конденсатора С1 через резисторы R2 и R3 до напряжения стабилизации стабилитрона VD2 выбрано больше времени полупериода переключения мультивибратора.

Диод VD1 препятствует току зарядки конденсатора С1 через резистор R3 при замкнутых контактах реле. Диоды VD3—VD5 использованы для установки нужного режима работы транзисторов мультивибратора.

Доработку реле поворотов также можно выполнить с использованием микросхемы широкого применения, например К176ЛА7 или К564ЛА7 по схеме, показанной на рис. 42,*б*. В этом случае мультивибратор на элементах DD1.2

и DD1.3 работает при напряжении высокого уровня на выходе элемента DD1.1, который устанавливается, если напряжение на конденсаторе C1 не превышает 4,5 В. Выполнение мультивибратора на микросхеме позволяет значительно упростить доработку и использовать меньшее количество элементов. При применении микросхемы К564ЛА7 стабилизатор напряжения питания на резисторе R1 и стабилитроне VD1 можно не применять, поскольку по техническим условиям допускается питать микросхему напряжением от 3 до 15 В. Для доработки реле поворотов можно использовать и трехэлементную микросхему этой серии с логикой 3И—НЕ (с индексом ЛА9). При этом следует учесть, что нумерация выводов трехэлементной микросхемы не соответствует четырехэлементной.

Дополнительные элементы, необходимые для переделки реле поворотов, располагают на отдельной печатной плате, которую располагают на месте микросхемы К224ГГ2 и соединенного с ней конденсатора.

При налаживании устройства подбирают резистор R2, чтобы время зарядки конденсатора C1 было больше полупериода переключения мультивибратора, что контролируется четкой его работой. В реле поворотов с использованием микросхемы конденсатор C1 может быть на емкость 5—10 мкФ, но при этом следует выбрать резистор R2 сопротивлением 300—750 кОм.

Устройство управления многоламповым светильником

В старых жилых зданиях для коммутации ламп светильника общего освещения (люстры) установлен односекционный выключатель. Для использования двух или трехсекционного выключателя необходимо заменить скрытую проводку, что связано с большими трудозатратами и выполнением строительных работ. Включение без надобности всех ламп люстры приводит к лишнему перерасходу электрической энергии.

Управлять многоламповой люстрой с трехступенчатым включением ее ламп с помощью одного выключателя позволяет электронное устройство, принципиальная схема которого изображена на рис. 43. Оно содержит диодный мост VD4—VD7, тринисторы VS1, VS2 и узел управления тринисторами на транзисторах VT1, VT2 и конденсаторах C1—C3.

При включении выключателя SA1 загорается лампа HL3. Поступившее выпрямленное напряжение сети через диод VD1, резисторы R3, R9 и базовые

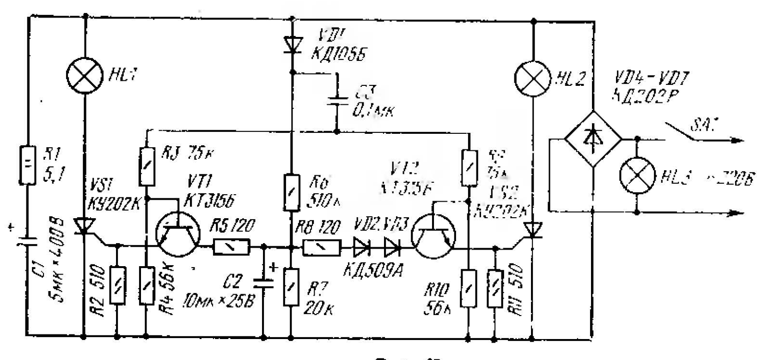


Рис. 43

переходы транзисторов VT1, VT2 заряжает конденсатор C3. Во время зарядки этого конденсатора транзисторы открываются, но так как конденсатор C2 в это время еще не успевает зарядиться, коллекторный ток через транзисторы не протекает и тринисторы остаются выключены. Через несколько секунд после включения заряжается конденсатор C2 до напряжения примерно 10 В, которое поступает с делителя R6R7. В таком состоянии устройство может находиться продолжительное время.

Для одновремениого включения ламп HL1—HL3 необходимо выключить примерно на 0,3 с, а затем включить выключатель SA1. После выключения выключателя разряжаются конденсаторы C1—C3. Если конденсатор C2 не успел разрядиться полностью, то при включении выключателя происходит подзарядка конденсатора C3, при котором открываются транзисторы VT1 и VT2. Конденсатор C2 разряжается через резисторы R5, R8, открывшиеся транзисторы и цепи управления тринисторов, которые при этом открываются. Удерживание тринисторов открытыми в промежутках между полупериодами сетевого напряжения осуществляется конденсатором C1, который сдвигает фазу тока в устройстве по отношению к току сети.

Если необходимо включить лампы HL1 и HL3, примерно на 0,5 с выключают, а затем включают выключатель SA1. В связи с наличием диодов VD2, VD3 в коллекторной цепи транзистора VT2 и малым напряжением на конденсаторе C2 тринистор VS2 не откроется и будут гореть лампы HL1, HL3. Следует иметь в виду, что тринисторы будут работать так, как изложено в описании только в том случае, если они будут иметь одинаковые токи управления.

Для устройства используют диод VD1 на обратное максимальное напряжение не менее 300 В, диоды VD2, VD3 на прямой ток не менее 50 мА, VD4—VD7 на прямой ток не менее 3 А и обратное максимальное напряжение не менее 400 В. Тринисторы из серии КУ202 на прямое максимальное напряжение не менее 300 В. Транзисторы кремниевые маломощные любого типа с коэффициентом передачи тока 50 ... 100. Конденсаторы C1 и C3 на максимальное рабочее напряжение не менее 400 В.

Конструктивно автомат располагают в потолочном колпаке люстры. Подключение одной из ламп оставляют без изменения, две другие лампы (или группы ламп) подключают соответственно схеме.

При налаживании устройства следует помнить, что его элементы находятся под напряжением сети. Как правило, устройство работает и без налаживания, но при использовании элементов, параметры которых не соответствуют техническим данным или допущена ошибка в монтаже, устройство может не функционировать. Время задержки на включение ламп зависит от емкости конденсатора C1, так как его разрядка после выключения выключателя SA1 происходит через диод VD1 и резисторы R6, R7. Кроме того от емкости этого конденсатора зависит ток, удерживающий тринисторы открытыми между полупериодами сетевого напряжения. Порог напряжения, образованный диодами VD2, VD3, можно увеличить путем последовательного включения диодов или заменой их на низковольтный стабилитрон, подсоединенный в стабилизирующем направлении.

Устройство управления лампой освещения

Для управления освещением ванной и туалетной комнат можно собрать устройства, позволяющие управлять освещением с помощью кнопок, установленных в дверных рамах со стороны навесов.

Использование для этой цели кнопок, которые при первом нажатии замыкают, а при повторном — размыкают цепь, приводит к неудобству: свет зажигается только после входа в комнату и закрывания двери. Кроме того такие кнопки из-за сравнительно сложного механического узла переключения имеют невысокую надежность и долговечность работы.

Принципиальная схема устройства управления лампой освещения с помощью переключающей кнопки показана на рис. 44. Оно содержит диодный мост VD1—VD4, конденсаторы C1, C2, кнопку SB1, транзистор VT1 и тринистор VS1.

Контакты кнопки на схеме показаны при ненажатой кнопке в положении открытой двери. Рассмотрим работу устройства с исходного состояния, при котором кнопка SB1 нажата закрытой дверью, конденсатор C1 заряжен до амплитудного значения сетевого напряжения, конденсатор C2 разряжен, транзистор VT1 и тринистор VS1 закрыты и лампа HL1 погашена. При открывании двери контакты кнопки переключаются и напряжение с конденсатора C1 через резистор R1 заряжает конденсатор C2. Через резистор R2, базовую цепь транзистора VT1 и цепь управляющего электрода тринистора VS1 протекает ток, транзистор и тринистор открываются и лампа включается. Если дверь останется открытой более 7 с, конденсаторы C1, C2 разрядятся и тринистор закроется. При закрывании двери до истечения этого времени конденсатор C1 контактами кнопки переключается к плюсовому выводу диодного моста и производит сдвиг фазы тока устройства по отношению к фазе тока сети. Тринистор при этом не закрывается, и лампа остается включенной. Исходя из этого, при входе в комнату открытую дверь нужно держать менее 7 с, а при выходе — более 7 с. Включение лампы на длительное время при открытой двери, что иногда требуется при уборке помещения, производят выключателем SA1.

Для устройства необходимо использовать конденсаторы C1 и C2 на максимальное рабочее напряжение не менее 400 В, тринистор может быть из серии КУ201, КУ202 на максимальное прямое напряжение не менее 300 В. Применение диодов на прямой ток менее 3 А, например Д226, не допускается даже при использовании ламп малой мощности, поскольку в первый момент зарядки конденсатора C1 через диоды моста протекает большой импульс тока, и такие диоды могут выйти из строя. Транзистор на коллекторное напряжение не менее 250 В, например КТ940А, КТ605Б.

Кнопку можно заменить самодельными магнитоуправляемыми контактами, позволяющими пропускать ток до 1 А при напряжении 220 В, и постоянным магнитом. Для их изготовления используют контакты соответствующего реле и изоляционную прозрачную трубку, в которой их закрепляют с помощью эпоксидного компаунда. На контак-

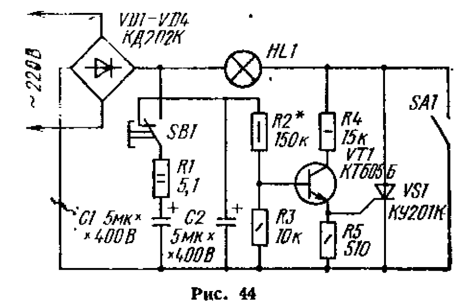


Рис. 44

ты припаивают стальные пластинки для замыкания магнитного поля магнита.

При налаживании необходимо соблюдать меры предосторожности от поражения электрическим током, так как элементы устройства находятся под сетевым напряжением.

Охранные сигнализаторы

Для подачи сигналов тревоги при нарушении условий охраны служат сигнализаторы. Сигналы тревоги могут быть световые, звуковые, радиосигналы или их комбинация. В зависимости от вида охраняемого объекта для подачи сигнала используют различные нарушения условий охраны, например: для закрытого помещения — открывание дверного замка; для транспортных средств — изменение наклона кузова; для отдельных предметов — изменение положения в пространстве.

Принципиальная схема сигнализатора, предназначенного для охраны закрытых помещений (квартир, гаражей, складов и т. п.), изображена на рис. 45. При открывании замка охраняемого помещения устройство в течение 1 мин подает звуковой сигнал тревоги, если предварительно сигнализатор не был выключен специальным магнитным ключом. Сигнал тревоги периодически изменяется по частоте и подобен звуковому сигналу сирены. Устройство питается от источника постоянного тока напряжением 9 В и в исходном состоянии потребляет ток не более 0,3 мА.

Устройство содержит датчик срабатывания, которым служит геркон SF1, узел управления на транзисторе VT1, генератор частотной модуляции на элементах DD1.1, DD1.2, генератор тона на элементах DD1.2, DD1.3 и транзисторе VT2, усилитель мощности на транзисторах VT3, VT4 и узел включения сигнализатора на дистанционном переключателе K1 и герконах SF2—SF4.

Сигнализатор включают переключением с помощью магнита контактов геркона SF2. При этом замыкается цепь прямой обмотки (I) дистанционного переключателя K1 и его контакты K1.1 устанавливаются в показанное на схеме положение, и напряжение источника питания поступает на элементы устройства. Если контакты геркона SF1 замкнуты, зарядка конденсатора C1 через резисторы R1 и R2 не происходит. Транзистор VT1 открыт, на выводы *1*, *8* микросхемы DD1 поступает напряжение низкого уровня, на выходе элемента DD1.1 будет напряжение высокого уровня, и конденсатор C4 зарядится. На выходе элемента DD1.4 напряжение низкого уровня, и транзисторы VT3, VT4 закрыты. В таком состоянии устройство может находиться продолжительное время.

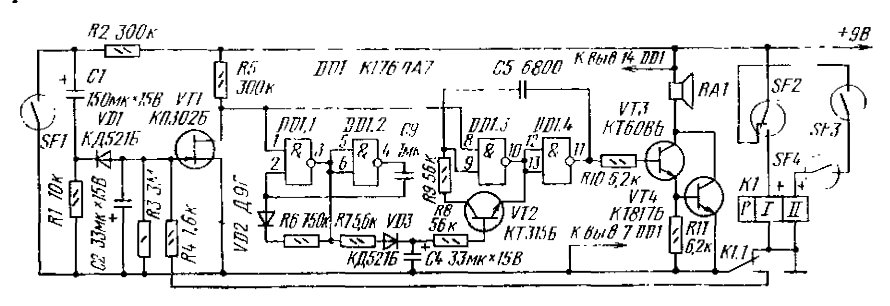


Рис. 45

При размыкании контактов геркона SF1, которое происходит в положении выдвинутого засова замка, начинает заряжаться конденсатор C1. Примерно через 1 мин напряжение на этом конденсаторе повышается до напряжения источника питания, и устройство устанавливается в режим охраны. При попытке открывания замка без предварительного выключения сигнализатора замыкаются контакты геркона SF1. В этот момент на отрицательной обкладке конденсатора C1 образуется отрицательный импульс напряжения по отношению общего провода устройства, который через диод VD1 заряжает конденсатор C2. Транзистор VT1 закрывается, и генератор частотной модуляции, а также генератор тона устанавливаются в рабочий режим. Частота генератора частотной модуляции выбрана около 0,5 Гц и определяется емкостью конденсатора C3 и сопротивлением резистора R6. Скважность импульсов этого генератора соответствует примерно трем и устанавливается диодом VD2 и резистором R6. От напряжения высокого уровня, поступающего с выхода элемента DD1.1, через резистор R7 и диод VD3 заряжается конденсатор C4. При напряжении низкого уровня на выходе этого элемента конденсатор C4 разряжается через резистор R8 и базовую цепь транзистора VT2. Пропорционально напряжению на конденсаторе C4 открывается транзистор VT2, изменяя сопротивление отрицательной обратной связи элемента DD1.3 генератора тона. При повышении напряжения на конденсаторе C4 сопротивление транзистора VT2 уменьшается и частота генератора тона повышается, при понижении напряжения — частота генератора тона понижается. С выхода элемента DD1.4 на базу транзистора VT3 поступает частотно-модулированный сигнал звуковой частоты. Транзисторами VT3 и VT4 он усиливается по мощности и воспроизводится громкоговорителем BA1.

Сигнализатор подает звуковой сигнал до тех пор, пока конденсатор C2 не разрядится через резистор R3 до напряжения отсечки транзистора VT1. После этого транзистор VT1 открывается и генератор устанавливается в исходное состояние.

Для выключения сигнализатора необходимо замкнуть цепь обратной обмотки II дистанционного переключателя K1. Это осуществляют с помощью магнитного ключа, приближение которого к месту расположения герконов SF2—SF4 приводит к замыканию герконов SF3, SF4 и не вызывает переключения SF2. При этом протекающий через обратную обмотку ток переключает якорь в положение, при котором устройство выключается и конденсатор C2 разряжается через резистор R4.

Для устройства пригодны транзисторы, VT1 — из серии КП302; VT2 — из серии КТ315, КТ312, КТ306; VT3 — из серии КТ603, КТ608; VT4 — из серии КТ817, КТ805. Микросхема типа К176ЛА7 или К564ЛА7. Диоды VD1 и VD3 кремниевые маломощные любого типа на прямой ток не менее 50 мА, VD2 из серии Д9. Диод Д9Г можно заменить кремниевым, например КД521Б, но при этом необходимо его зашунтировать резистором сопротивлением 1,2—1,5 МОм. Дистанционный переключатель типа РПС20, паспорт РС4.521.752 или РПС24, паспорт РС4.521.915. Можно применить дистанционный переключатель и другого типа, напряжение срабатывания которого 7—8 В. Громкоговоритель BA1 любого типа мощностью 3 Вт, герконы SF1 типа КЭМ-1, SF2—SF4—КЭМ-2. Конденсаторы типа К52-1, К53-1.

Геркон SF1 располагают на дне скважины дверной рамы для засова замка. Рядом с герконом закрепляют небольшой постоянный магнит таким обра-

зом, чтобы при удаленном засове замка контакты геркона были замкнуты от действия магнитного поля. При закрытом замке магнитное поле должно шунтироваться массой засова и контакты геркона разомкнуты. Герконы SF2—SF4 располагают в скрытом месте с наружной стороны охраняемого помещения. Расстояние между ними 10...12 мм, причем геркон SF2 располагают средним.

Магнитный ключ содержит два небольших постоянных магнита и металлический стержень, расположенный посередине, размеры которого соответствуют размерам магнита. Закрепляют магниты и стержень в пластмассовом корпусе с помощью эпоксидного компаунда. Размеры между магнитами и стержнем должны соответствовать размерам установки герконов. Следует иметь в виду, что контакты геркона замыкаются только от продольного магнитного поля. При поднесении магнитного ключа к месту расположения герконов геркон SF2 не переключается от действия магнитных полей боковых магнитов, так как стальной стержень оказывает шунтирующее действие на магнитное поле.

Пайку элементов устройства следует выполнять паяльником на напряжение не более 12 В. При несоблюдении этого требования может выйти из строя полевой транзистор и микросхема. Часто встречающаяся неисправность микросхемы МОП-структуры, вызванная нарушением технических требований монтажа — уменьшение сопротивления между выводами входов в ее элементах. Если элемент работает как инвертор, такая неисправность не вызывает отказ функционирования устройства. В случае использования двух входов для выполнения различных функций устройство может оказаться неработоспособным. Например, уменьшение сопротивления между входами элемента DD1.3 даже до нескольких десятков килоом приводит к неработоспособности генератора тона, так как положительный сигнал обратной связи, поступающий с конденсатора C5, при этом оказывается зашунтированным через резистор R5 и источник питания. Для функционирования генератора при такой неисправности необходимо входы элемента DD1.3 соединить между собой и подключить их к аноду маломощного кремниевого диода, например КД521Б, катод которого присоединяют к стоку транзистора VT1.

При правильном монтаже и использовании исправных элементов сигнализатор надежно работает без налаживания.

Для охраны открытых объектов или небольших земельных участков можно изготовить сигнализатор, принципиальная схема которого изображена на рис. 46,*а*. При замыкании контактов SA1 датчика срабатывания устройство в течение 30 с подает звуковой сигнал, модулированный по частоте, который подобен сигналу сирены. Устройство питается от батареи аккумуляторов напряжением 9 В и потребляет в исходном состоянии ток около 1 мА.

Устройство содержит датчик срабатывания (геркон или механические контакты SA1 и рядом расположенный резистор R1), узел управления на транзисторах VT1, VT2 и микросхеме DD1, генератор частотной модуляции на элементах DD2.1 и DD2.2, генератор тона на элементах DD2.3 и DD2.4, усилитель мощности звукового сигнала на транзисторах VT4, VT5 и батарею аккумуляторов GB1.

В исходном состоянии контакты SA1 датчика срабатывания разомкнуты, транзисторы VT1 и VT2 открыты, на выходе элемента DD1.3 установлено напряжение высокого уровня. Конденсатор C1 заряжен, генератор частотной модуляции и генератор тона находятся в нерабочем состоянии, и на выходе эле-

мента DD2.4 будет напряжение низкого уровня. Транзисторы VT4, VT5 закрыты, и звуковой сигнал не воспроизводится.

Датчик срабатывания соединен с узлом управления устройства защищенной линией связи, замыкание или обрыв проводов которой приводит к срабатыванию сигнализатора так же, как и от замыкания контактов датчика.

При замыкании контактов датчика или проводов линии связи транзистор VT1 остается в открытом состоянии, на вход (вывод *5*) элемента DD1.2 поступает напряжение низкого уровня. Элементы DD1.2 и DD1.3 переключаются и на отрицательной обкладке конденсатора C1 образуется отрицательный заряд, который через диод VD2 заряжает конденсатор C2. При этом транзистор VT2 закрывается и генераторы частотной модуляции и генератор тона устанавливаются в рабочий режим. Поступаемый с выхода элемента DD2.4 промодулированный по частоте сигнал звуковой частоты усиливается транзисторами VT4, VT5 и воспроизводится громкоговорителем BA1. Принцип работы генератора частотной модуляции и генератора тона изложен в описании предыдущего сигнализатора.

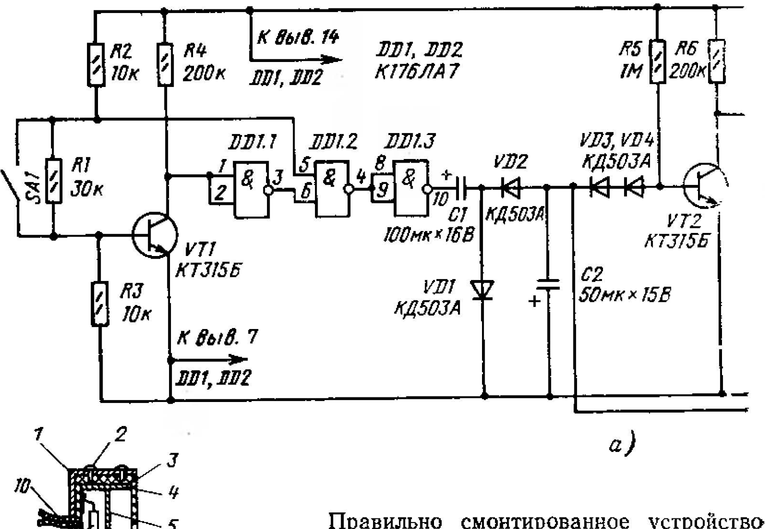
В случае обрыва линии связи закрывается транзистор VT1, что приводит к переключению элементов микросхемы DD1 и срабатыванию сигнализатора.

После выключения питания переключателем SA2 происходит быстрая разрядка конденсатора C2, необходимая для подготовки сигнализатора к следующему включению.

Для сигнализатора применяют транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Диоды VD1—VD4, VD6 кремниевые малой мощности любого типа, например КД521Б, Д220; VD5 — германиевый из серии Д9. Конденсаторы любого типа. Громкоговоритель мощностью 3—4 Вт с сопротивлением звуковой катушки 5—6 Ом. Батарея аккумуляторов на напряжение 9 В и номинальный ток разрядки не менее 2 А, например, составленный из семи последовательно соединенных элементов РЦ93. Контактами датчика может служить геркон, управляемый постоянным магнитом, или механические контакты различной формы.

Для охраны приусадебного участка можно изготовить датчик, конструкция которого показана на рис. 46,*б*. К металлической установочной планке *1* винтами *2* закреплен стакан *3* из изоляционного материала. К стакану закреплен металлический диск *4*, жестко соединенный с пружинным металлическим штырем *5*, нижняя часть которого выгнута дугообразно. В нижней части (по рисунку) стакана расположено металлическое кольцо *6*. При неустановленном датчике штырь касается кольца со стороны установочной планки. Один вывод резистора *9* соединен с диском, другой — с кольцом. К выводам резистора припаяны провода *10* датчика и выведены наружу через отверстие в стакане, которое загерметизировано эпоксидным компаундом. Снизу стакан герметизирован с помощью тонкой резины *7* (например, с надувного воздушного шара), которая с одной стороны, заложена под кольцо, а с другой — закреплена зажимом к штырю.

По периметру охраняемого участка натягивают тонкую проволоку *8*, которую на одном из углов надевают на дугообразный конец штыря датчика. Проволока должна удерживать штырь датчика в центре кольца и самопроизвольно не растягиваться. При движении нарушителя натяжение проволоки либо увеличивается, либо уменьшается, что приводит к замыканию цепи датчика и срабатыванию сигнализатора.



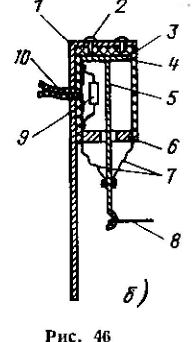


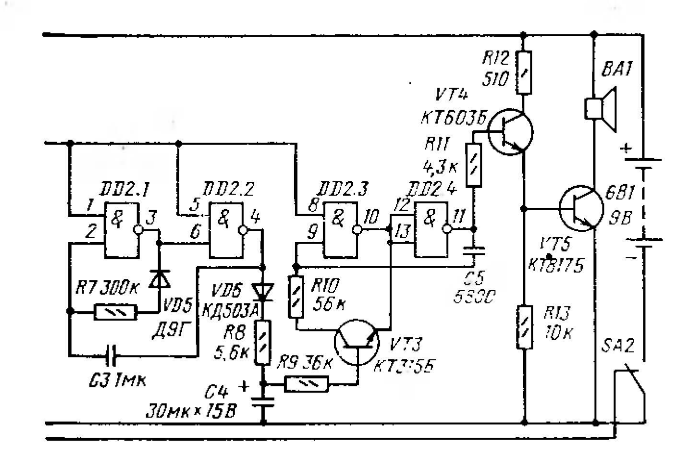
Рис. 46

Правильно смонтированное устройство с применением исправных элементов надежно работает без налаживания. Время подачи звукового сигнала можно изменить сопротивлением резистора R5.

Для охраны автомобилей можно изготовить сигнализатор, который подает прерывистый звуковой сигнал тревоги немедленно — при открывании капота двигателя или крышки багажника и с задержкой в 10...15 с — при открывании двери салона или изменении наклона кузова автомобиля. Сигнал тревоги подается 20 с с частотой прерывания 1 Гц. Далее устройство устанавливается в исходное состояние по истечении 1 мин после его включения при условии, что автомобиль находился в состоянии покоя. При движении автомобиля сигнализатор в исходный режим не устанавливается и включение узла подачи тревожного сигнала возможно только от кнопок капота двигателя или багажника. При напряжении питания ниже 9 В устройство блокирует включение звукового сигнала, исключая полную разрядку аккумуляторной батареи. Ток потребления в ждущем режиме около 5 мА.

Принципиальная схема сигнализатора показана на рис. 47. Он содержит узел управления на транзисторе VT1, мультивибратор на элементах DD1.1, DD1.2, инверторы DD1.3, DD1.4, усилитель мощности на транзисторе VT3, узел защиты от разрядки батареи аккумуляторов на транзисторе VT2 и тринистор VS1.

Узел управления преобразует сигналы контактных датчиков в отрицательное напряжение, управляющее работой транзистора VT1. Цепи датчиков (SA1, SA2) в исходном состоянии должны быть разомкнуты. После включения устройства тумблером SA3 через резисторы R1, R2 заряжается конденсатор C1 и через резисторы R5, R6 — конденсатор C5. При этом транзисторы VT1 и VT2 открыты, VT3 и тринистор VS1 закрыты. По истечении 1 мин конденсатор C1



зарядится до напряжения питания, после чего устройство переходит в исходное состояние.

При замыкании цепи датчика SA1 плюсовой вывод конденсатора C1 соединяется с общим проводом. Отрицательное напряжение, образовавшееся на отрицательной обкладке этого конденсатора, через диод VD1 заряжает конденсатор C2 и продолжает разряжаться через резистор R2. От конденсатора C2 через резистор R4 заряд перетекает к конденсатору C3. Через 10...15 с напряжение на конденсаторе C3 достигает напряжения, при котором транзистор VT1 закрывается. В этот момент вступает в работу мультивибратор, периодически открывая транзистор VT3 и тринистор VS1. Для уменьшения разрядки аккумуляторной батареи цепью звукового сигнала BA1 в сигнализаторе применен мультивибратор со скважностью импульсов, равной 5 (длительной паузы в 4 раза больше длительности импульса). После разрядки конденсатора C2 через резистор R3 транзистор VT1 открывается и мультивибратор выключается.

При замыкании контактов датчика SA2 напряжение с конденсатора C5 через диод VD5 быстро заряжает конденсатор C6, транзистор VT1 закрывается и мультивибратор включается. Конденсатор C5 при длительном замыкании контактов датчика SA2 полностью разряжается через резистор R6.

Если напряжение на аккумуляторной батарее уменьшится до 9 В, ток в базовой цепи транзистора VT2 будет отсутствовать и он закроется. Напряжение к мультивибратору и узлу управления не поступает, и тринистор остается закрытым при срабатывании любого датчика. Это исключает полную разрядку аккумуляторной батареи.

Резистор R11 и конденсатор C4 служат фильтром помех, возникающих при включении звукового сигнала BA1. Для быстрой установки устройства в исходное состояние после выключения тумблера SA3 предусмотрена цепь разрядки конденсатора C2, C3, C6 через диоды VD9, VD10, резистор R14, коллекторный переход транзистора VT3 и резистор R15.

В устройстве могут быть применены транзисторы: VT1 — из серии КТ315, КТ312, КТ306; VT2 — из серии КТ361, КТ203; VT3 — из серии КТ608, КТ603,

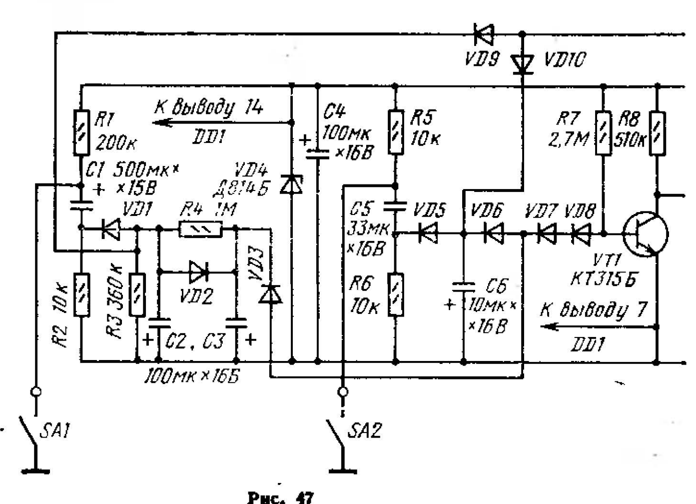
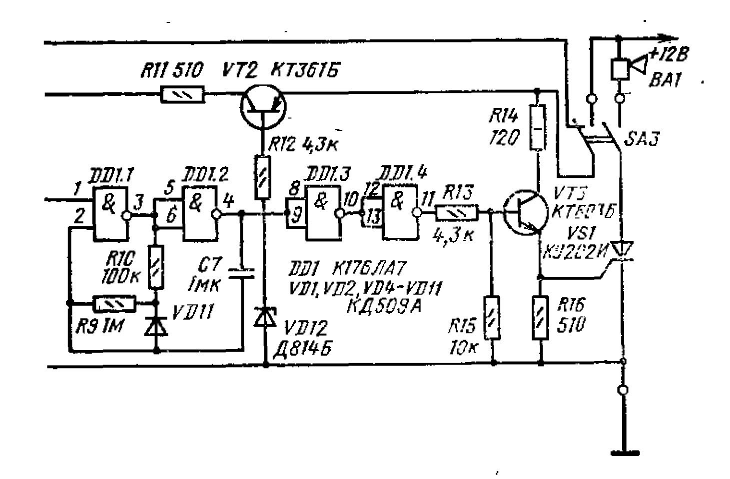


Рис. 47

КТ815. Применяемые транзисторы должны иметь статический коэффициент передачи тока не менее 50. Диоды — любые кремниевые на прямой ток не менее 50 мА. Тринистор VS1 следует выбрать на прямое максимальное напряжение не менее 200 В и прямой ток не менее 10 А. При применении микросхемы DD1 типа К564ЛА7 стабилитрон VD4 не используют. В этом случае ток потребления сигнализатора в исходном состоянии уменьшается до 1 мА.

Параллельно датчику SA2 можно подключить любое количество контактных групп. Датчики могут быть герконовыми с управлением от небольших магнитов. Датчик SA1 — датчик наклона кузова. Его конструкция должна предусматривать замыкание контактов при изменении наклона кузова на 1...2°. Чувствительным элементом датчика может служить стальной шарик, расположенный на горизонтальном ровном металлическом основании, который при изменении наклона кузова перекатывается и замыкает цепь между основанием и металлическим кольцом, установленным вокруг основания. Для установки датчика в горизонтальное положение его корпус должен иметь шарнирное крепление. По второму варианту конструкции датчик наклона может быть изготовлен из небольшого металлического стержня, имеющего свободную токопроводящую верхнюю подвеску, например на металлическом кольце. Нижний конец стержня расположен в металлическом кольце, диаметр которого на 1...2 мм больше диаметра стержня. При изменении наклона кузова стержень касается нижнего металлического кольца и образует цепь датчика. Для установки датчика в вертикальное положение его корпус должен иметь шарнирное крепление к кузову автомобиля.

Налаживание устройства начинают с мультивибратора. Вместо звукового сигнала BA1 подключают реле на номинальное напряжение 12 В. Обмотку реле шунтируют конденсатором емкостью 50 мкФ и соединяют последовательно с размыкающими контактами. При соединении базы транзистора VT1 с общим проводом устройства мультивибратор должен установиться в рабочий режим. Длительность периода можно изменить емкостью конденсатора C7, длительность сигнала — сопротивлением резистора R9. Затем выход элемента DD1.1 соединяют с общим проводом устройства и измеряют напряжение на коллекторе транзистора VT3 — оно не должно превышать 1,5 В. Если напряжение пре-



вышает указанное значение, необходимо либо подобрать резистор R13 с меньшим сопротивлением, либо выбрать транзистор VT3 с большим статическим коэффициентом передачи тока. При открытом транзисторе VT3 должен открываться тринистор VS1, а реле вибрировать. Если этого не происходит, следует резистор R14 выбрать с меньшим сопротивлением или подобрать тринистор на меньший ток управления.

Задержку на срабатывание звукового сигнала после замыкания контактов датчика SA1 можно изменить подбором сопротивления резистора R4, задержку на установку устройства в исходное состояние после включения питания — подбором сопротивления резистора R1.

Терморегулятор

Для поддержания заданной температуры жидкости или воздуха в помещении можно изготовить простой терморегулятор, прицsmåципиальная схема которого показана на рис. 48. Устройство питается от источника постоянного тока напряжением 9 В и потребляет ток около 10 мА. Максимальная мощность подогревателя 1 кВт. Точность поддержания заданной температуры не более ±0,5° С.

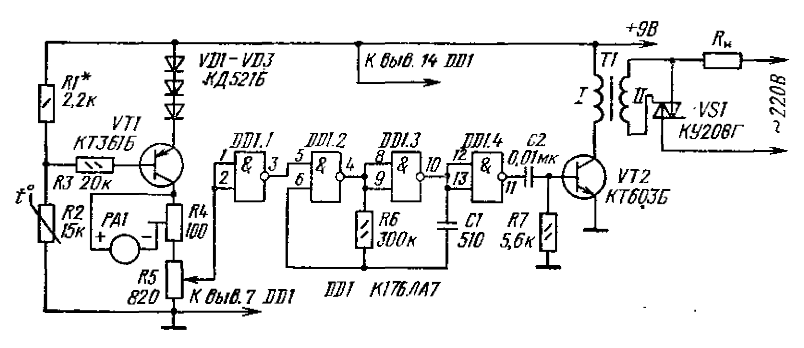


Рис. 48

Терморегулятор содержит измерительный узел на транзисторе VT1, инверторы DD1.1, DD1.4, мультивибратор на элементах DD1.2, DD1.3, усилитель мощности на транзисторе VT2 и симистор VS1.

Датчиком температуры служит терморезистор R2. Если регулируемая температура выше установленной переменным резистором R5, на вход элемента DD1.1 поступает напряжение высокого уровня, и на его выходе устанавливается напряжение низкого уровня. При этом мультивибратор не работает, симистор VS1 закрыт, и ток через нагреватель $R_н$ не протекает. Если контролируемая температура понижается, сопротивление терморезистора R2 увеличивается и транзистор VT1 призакрывается. При достижении установленного уровня регулируемой температуры поступаемый на вход элемента DD1.1 сигнал переключает его, и на управляемый вход мультивибратора поступает напряжение высокого уровня. Мультивибратор устанавливается в рабочий режим. Продифференцированные его импульсы, усиленные транзистором VT2, трансформируются в цепь управления симистора. В начале каждого полупериода сетевого напряжения симистор открывается, пропуская номинальный ток через нагреватель. Для открывания симистора в начале каждого полупериода сетевого напряжения частота мультивибратора выбрана значительно большей частоты сети и соответствует нескольким килогерцам.

Транзистор VT1 можно использовать из серии КТ361, КТ203; VT2 — из серии КТ603, КТ608, КТ815. Статический коэффициент передачи тока транзистора VT1 должен быть 50...100; VT2 — не менее 50. Терморезистор R2 любого типа на номинальное сопротивление 10—20 кОм, например, ММТ-1. Подстроечный резистор R4 — проволочный многооборотный, например, СП5-2; R5 — типа СПО. Микроамперметр на ток полного отклонения стрелки 100 мкА. Микросхема DD1 может быть типа К564ЛА7. Диоды VD1—VD3 кремниевые малой мощности любого типа. Трансформатор Т1 намотан на ферритовом кольце типоразмера К10×6×5 из феррита 2000НН. Его обмотки I и II содержат по 50 витков провода ПЭЛШО 0,2. Для повышения надежности гальванической развязки между источником питания устройства и напряжением сети на кольцо магнитопровода, а также между обмотками трансформатора следует намотать слой лакоткани. В качестве нагревателя можно использовать осветительные лампы накаливания или типовые электронагревательные элементы (ТЭН).

При налаживании устройства следует иметь в виду, что вторичная обмотка трансформатора Т1 и симистор VS1 находятся под сетевым напряжением. Налаживание начинают с измерительного узла. Терморезистор R2 помещают в камеру, температура воздуха в которой соответствует максимальной температуре регулирования. После некоторой выдержки, связанной с инерционностью терморезистора, подстроечным резистором R4 устанавливают стрелку микроамперметра на последнее деление шкалы. Затем температуру в камере понижают до минимального значения температуры регулирования. Если стрелка микроамперметра отклонилась не на нулевое (или близкое к нулю) значение шкалы, следует подобрать сопротивление резистора R1. После этого повышают температуру в камере и с помощью образцового термометра градуируют шкалу измерительного прибора в градусах температуры. При этом вращают ручку переменного резистора R5 до положения, при котором нагреватель включается, и на его шкале отмечают температуру регулирования.

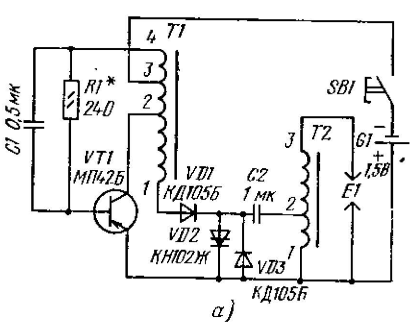
Терморегулятор можно упростить, если измерительный узел выполнить без микроамперметра. При этом резисторы R1, R3, R4, транзистор VT1 и диоды

DD1 — DD3 не используют, а терморезистор подключают между плюсом источника питания и верхним (по схеме) выводом переменного резистора R5. При такой схеме устройства сопротивление терморезистора может быть на несколько сотен килоом. Сопротивление переменного резистора R5 выбирают на 5...10% больше сопротивления терморезистора при минимальной температуре регулирования.

Электронные зажигалки газа

Для зажигания газа в газовых приборах наша промышленность выпускает электрические зажигалки, работающие от сети переменного тока, пьезоэлектрические, образующие искровой разряд от механической силы, и электронные, работающие от гальванических элементов. К недостатком электрических зажигалок следует отнести необходимость в подводке электрической сети к месту установки газовых приборов, а также возникновение опасности при повреждении шнура питания зажигалки и сравнительно небольшую долговечность. Пьезоэлектрические зажигалки, как показала практика, зачастую выходят из строя при случайных механических ударах, приводящих к разрушению пьезокристалла. Надежность их также снижается за счет наличия подвижных деталей. Указанных недостатков лишены электронные зажигалки.

Принципиальная схема простой электронной зажигалки, работающей от гальванического элемента напряжением 1,5 В, показана на рис. 49,*а*. Она создает напряжение выходных разрядных импульсов около 15 кВ при частоте их следования около 10 Гц и потребляет ток не более 200 мА.



Устройство содержит блокинг-генератор на транзисторе VT1 и автотрансформаторе T1, однополупериодный выпрямитель на диоде VD1, накопительный конденсатор C2, динистор VD2 и импульсный повышающий автотрансформатор T2. При включении напряжения кнопкой SB1 блокинг-генератор начинает работать и на выводе *1* автотрансформатора T1 индуцируется напря-

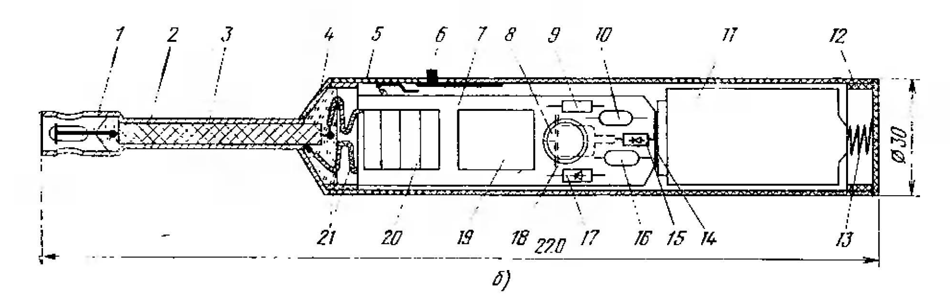


Рис. 49

жение около 140 В. От этого напряжения через диод VD1 заряжается накопительный конденсатор С2. После его зарядки до напряжения 120 В открывается динистор VD2 и конденсатор разряжается через часть обмотки импульсного автотрансформатора. При этом на выводе *3* обмотки автотрансформатора индуцируется напряжение около 15 кВ, которое пробивает искровой промежуток между электродами Е1.

Для зажигалки лучше применять германиевый транзистор из серии МП40 — МП42, так как он имеет малое падение напряжения на полупроводниковых переходах, и блокинг-генератор работает до более полного разряда гальванического элемента. С этой целью к проводам источника питания зажигалки после выключателя можно подключить конденсатор (на схеме не показан) емкостью 300—500 мкФ с соблюдением полярности выводов обкладок. При использовании кремниевого транзистора, например из серии КТ603, КТ608, необходимо источник питания подключать обратной полярностью от указанной на схеме, а также вывод *2* автотрансформатора Т1 присоединить к базовой цепи транзистора, а вывод *4* — к коллекторной. Кроме того, базу транзистора через кремниевый диод в непроводящем направлении (катодом к базе) следует соединить с эмиттером для утечки отрицательных зарядов, образующихся при работе автотрансформатора Т1, и исключить конденсатор С1. Диоды VD1, VD3 можно использовать кремниевые на максимальное обратное напряжение не менее 250 В, например из серии КД105, КД209, КД102.

Конденсатор С2 на номинальное рабочее напряжение не менее 160 В, например типа КМ-6, МБМ. Гальванический элемент может быть А332, А343 и др.

Автотрансформатор Т1 намотан на ферритовом стержне любой марки, диаметр которого может быть от 6 до 8 мм и длиной 20 мм. Каркас для него можно выточить на токарном станке из любой марки пластмассы или изготовить из плотной бумаги (основание) и тонкого стеклотекстолита (боковые стенки). Для изготовления каркаса вырезают из плотной тонкой бумаги полоску шириной 21 мм и смазывают ее клеем БФ-2 или эпоксидным компаундом, а затем наматывают на стержень. Толщина намотки 0,5 ... 0,6 мм. После этого изготовляют боковые стенки, диаметр которых должен быть на 10 мм больше диаметра основания, а диаметр отверстия — равный ему. Боковые стенки надевают на торцы основания и приклеивают эпоксидным компаундом. После сушки каркаса наматывают с помощью ручной дрели часть обмотки между выводами *1*, *2*, которая содержит 4000 витков провода ПЭВ-2 0,1. Вывод *1* начала обмотки делают через отверстие в боковой стенке у основания каркаса. Для увеличения механической прочности вывод начала обмотки выполняют канатиком, полученным от скручивания нескольких витков провода. До начала намотки следует пересчитать число витков провода в число оборотов дрели. Поверх намотанных витков прокладывают два слоя тонкой бумажной ленты, и в один слой на всю длину катушки наматывают 30 витков провода ПЭВ-2 0,29 между выводами *2*, *3*, а затем также наматывают часть обмотки между выводами *3*, *4*.

Автотрансформатор Т2 намотан на таком же сердечнике и имеет такие же размеры каркаса, как и автотрансформатор Т1. Отличается каркас автотрансформатора лишь наличием трех внутренних стенок, разделяющих его на четыре секции. С внешней стороны внутренних стенок каркаса прорезаны на глубину 0,5 мм канавки для перехода провода от одной к другой секции. В

одной из боковых стенок у основания просверлены два отверстия для выводов *1*, *2* обмотки. Часть обмотки между выводами *1*, *2* содержит 20 витков провода ПЭВ-2 0,29, остальная часть обмотки между выводами *2*, *3* — 4000 витков провода ПЭВ-2 0,1. Участок провода, соединяющий верхние и нижние слои разных секций, изолирован от близлежащих витков обмотки трехслойной полоской полихлорвиниловой изоляционной ленты, приклеенной на провод к боковой стенке каркаса. После намотки автотрансформаторов их пропитывают в эпоксидном компаунде или лаке с высокой электрической прочностью. Лаки с кислотными отвердителями применять не допускается.

Корпус зажигалки может быть любой формы — цилиндрической, прямоугольной и т. п., выполненный из изоляционного материала. Искровой разрядник также можно изготовить по разным вариантам конструкции. При его изготовлении необходимо соблюдать следующие требования. При поднесении наконечника к горелке к искровому промежутку должен быть свободный доступ газа. Зазор между электродами разрядника должен составлять 3 ... ... 4 мм.

Один из вариантов конструкции зажигалки показан на рис. 49,*б*. Зажигалка состоит из стального искрового разрядника *1* (гвоздь небольших размеров), припаянного к высоковольтному проводу *2* (использован отрезок радиокабеля РК-100 со снятой экранной оплеткой), который расположен в металлическом трубчатом наконечнике *3*. Место соединения разрядника с проводом залито эпоксидным компаундом. Наконечник закреплен в передней съемной части корпуса *4* с помощью эпоксидного компаунда, которым также изолировано место пайки проводов *21*, соединяющих искровой разрядник с монтажной платой *7*. Провод — марки МГТФ 0,14 с одетой полихлорвиниловой трубкой. Центральная цилиндрическая часть корпуса *5* склеена эпоксидным компаундом из плотной бумаги или выточена из изоляционного материала. На монтажной плате расположены: *8* — транзистор VT1; *9* — резистор R1; *10* — конденсатор C1; *15* — диод VD3; *16* — конденсатор C2; *17* — диод VD1; *18* — динистор VD2; *19* — автотрансформатор T1; *20* — автотрансформатор T2. Плата имеет металлический контакт *14* для соединения с гальваническим элементом *11*, который прижимается к плате пружиной *13*, закрепленной в заглушке *12* корпуса. Пружина электрически соединена с верхним металлическим кольцом заглушки, изготовленным из луженой жести. Центральная часть корпуса на месте соединения с заглушкой имеет внутреннее металлическое кольцо, электрически соединенное с одним из контактов кнопки *6* (SB1). Второй контакт кнопки соединен с монтажной платой гибким проводом.

При налаживании устройства отсоединяют динистор и измеряют напряжение на конденсаторе C2. При нормальной работе блокинг-генератора оно должно быть около 140 В. Затем присоединяют динистор и резистором R1 подбирают частоту искрового разряда 5 ... 10 Гц. При большом токе утечки динистора он не открывается и искра не образуется.

Если при нормальной работе зажигалки газ воспламеняется плохо, следует прочистить горелку от посторонних веществ, так как в этом случае образуется слабоконцентрированная плохо воспламеняющаяся газовоздушная смесь. При большой скорости движения газового потока, что иногда имеет место в неотрегулированных запальниках, зажигание газа от зажигалки также не происходит. При этом необходимо уменьшить отверстие выхода газа,

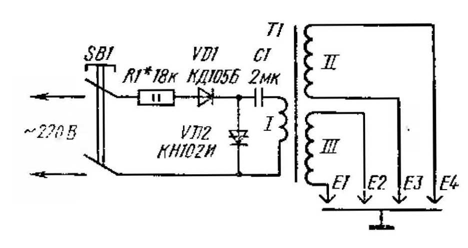


Рис. 50

поместив в него тонкую проволочку нужного диаметра.

Зажигание газовых приборов можно осуществлять от стационарных зажигалок, работающих от сети. Один из вариантов схемы такой электронной зажигалки показан на рис. 50. Устройство содержит кнопку SB1 включения сети, токоограничивающий резистор R1, выпрямительный диод VD1, динистор VD2, накопительный конденсатор C1 и импульсный повышающий трансформатор T1.

После нажатия на кнопку SB1 от положительных полупериодов сетевого напряжения через резистор R1, диод VD1 и обмотку I трансформатора заряжается конденсатор C1. Как только напряжение на конденсаторе достигает 150 В, открывается динистор VD2 и конденсатор быстро разряжается через обмотку I трансформатора. В этот момент на вторичных обмотках трансформатора образуются высоковольтные импульсы, которые пробивают промежутки E1, E2 и E3, E4.

Конденсатор C1 бумажный на рабочее напряжение не менее 300 В. В связи с тем что выходное напряжение каждой повышающей обмотки трансформатора пробивает по два воздушных промежутка, использован динистор на рабочее напряжение 150 В. Импульсный трансформатор намотан на ферритовом стержне диаметром 8 и длиной 80 мм. Его обмотки расположены на 11-секционном каркасе, причем по пять крайних секций занимают повышающие обмотки II и III, а в средней секции расположена первичная обмотка I. Повышающие обмотки содержат по 5000 витков провода ПЭВ-2 0,12 (по 1000 витков в секции), первичная обмотка — 20 витков провода ПЭВ-2 0,53. Для того чтобы выводы высоковольтных обмоток, которые расположены возле первичной обмотки, находились в верхних слоях секций, их намотку начинают с конца каркаса. Технология изготовления трансформатора, кроме указанных особенностей, такая же, как и для предыдущего устройства. Для изготовления разрядников в качестве изоляторов используют керамические трубки. Расстояние между наконечником разрядника и горелкой должно быть 4 мм.

Электронная игра «Спринтлото»

Игра предназначена для детей среднего и старшего школьного возраста и способствует развитию математической памяти и логического мышления. Одновременно играют два игрока. Каждый игрок в начале игры на своем пульте устанавливает трехзначное число из цифр 1—5, которое второй игрок должен набрать на кнопках своего пульта. Выигрывает тот, кто первым набрал правильное число. При этом включается звуковой сигнал и зажигается соответствующий светодиод. Количество набираемых комбинаций из трехзначных чисел равно 60. В устройстве предусмотрены необходимые электрические блокировки, запрещающие «обмануть» игрока при наборе числа. Устройство питается от гальванической батареи напряжением 4,5 В и потребляет ток в режиме игры около 20 мА.

Принципиальная схема игры приведена на рис. 51. Устройство состоит из двух пультов E1, E2 игроков и пульта E3 управления. Пульты игроков аналогичны. Пульт E1 содержит кнопки SB1 — SB5 для набора числа, кнопку SB6 для приведения в нуль неправильно набранного числа и штыри с гнездами X1 — X5, предназначенные для установки числа. Пульт управления содержит конденсаторы C1 — C6 для запоминания правильно набираемых кнопками SB1 — SB5 и SB7 — SB11 чисел, узел перевода в нуль неправильно набранных чисел на диодах VD1 — VD6 и транзисторах VT1 — VT2, узел установки триггеров на стабилитронах VD7 — VD8, транзисторах VT3 — VT6 и элементах DD1.1, DD2.1, триггеры на элементах DD1.2, DD1.3 и DD2.2, DD2.3, инверторы DD1.4 и DD2.4, элемент DD3.1 управления звуковой сигнализацией, мультивибратор на элементах DD3.2, DD3.3, усилитель на транзисторе VT7 и батарею GB1 питания.

Первую цифру числа устанавливают перестановкой штыря I в соответствующее гнездо, вторую цифру — перестановкой штыря II, третью цифру — перестановкой штыря III. В оставшиеся два гнезда вставляют штыри, соединенные с резистором R1 (R2). После включения выключателем SA1 напряжения питания транзисторы VT1—VT4 закрыты, VT5, VT6 открыты. Триггеры переключаются в состояние, при котором на выходах элементов DD1.4, DD2.4 устанавливается напряжение низкого уровня, на выходе элемента DD3.1 — высокого уровня. Светодиоды VD9, VD11 светятся, и телефон воспроизводит звуковой сигнал. Этим проверяется исправность устройства и годность батареи питания.

Устройство приводится в исходное состояние нажатием на кнопку SB13. При этом триггеры переключаются в исходное состояние, светодиоды гаснут и звуковой сигнал прекращается.

Если на пульте E1 набирать установленное на пульте E2 число (на схеме 123) последовательным нажатием на кнопки SB1 — SB3, через резистор R7 зарядятся конденсаторы C4 — C6 и суммарное напряжение на них превысит 8 В. Напряжение с конденсатора C4 через стабилитрон VD8 поступает на базу транзистора VT4 и откроет его. Транзистор VT6 закроется, с выхода элемента DD2.1 на вход триггера поступит напряжение низкого уровня, триггер переключится и загорится светодиод VD11. Напряжение низкого уровня с выхода элемента DD2.3 триггера поступает на вывод *3* элемента DD1.1 для блокировки переключения второго триггера при правильном наборе числа на пульте E2, а также на вывод *2* элемента DD3.1 для включения мультивибратора. При неправильном наборе числа конденсаторы C4 — C6 не могут зарядиться до указанного напряжения, транзистор VT4 не откроется и триггер не переключится. Перевод в нуль неправильно набранного числа происходит при нажатии на кнопку SB6 или две другие кнопки (на схеме SB4, SB5), соединенные с резистором R2. При этом транзистор VT2 открывается и конденсаторы C4 — C6 разряжаются через диоды VD4 — VD6, резистор R6 и открывшийся транзистор. Диод VD10 устанавливает нерабочий режим для мультивибратора при понижении напряжения на батареи питания до 3,7 В, так как при этом напряжении устройство не работает.

В устройстве можно применить кремниевые маломощные транзисторы соответствующей структуры любого типа со статическим коэффициентом усиления по току не менее 50, например КТ315Б, КТ312Б, КТ306Б. Микросхемы типа К134ЛБ1. При использовании микросхем из серии К133, К155 ток по-

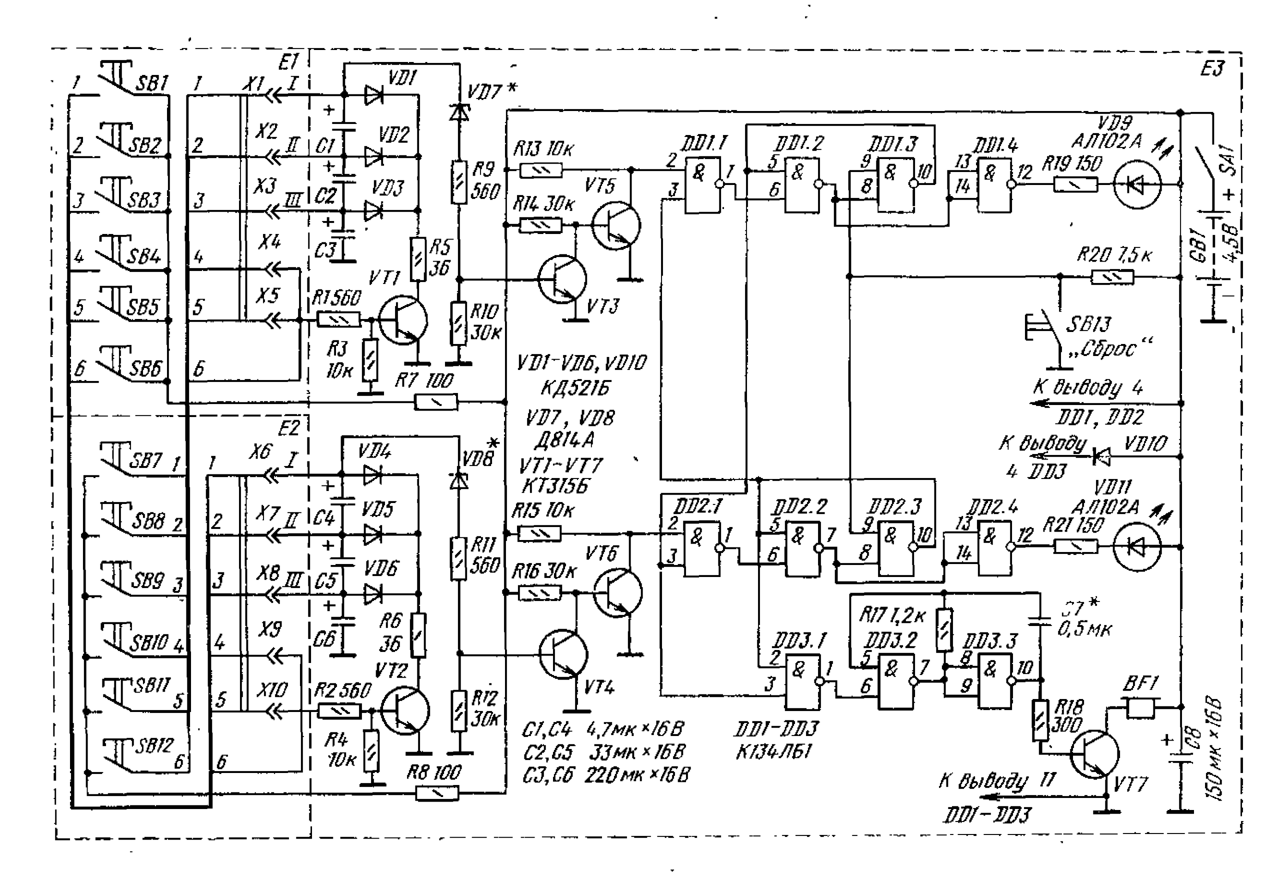

E1
E2
E3
SB1
SB2
SB3
SB4
SB5
SB6
SB7
SB8
SB9
SB10
SB11
SB12
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X7
X8
X9
X10
VD1
VD2
VD3
VD4
VD5
VD6
VD7 *
VD8 *
C1
C2
C3
C4
C5
C6
R1 560
R2 560
R3 10к
R4 10к
R5 36
R6 36
R7 100
R8 100
R9 560
R10 30к
R11 560
R12 30к
R13 10к
R14 30к
R15 10к
R16 30к
R17 1,2к
R18 300
R19 150
R20 7,5к
R21 150
VT1
VT2
VT3
VT4
VT5
VT6
VT7
DD1.1
DD1.2
DD1.3
DD1.4
DD2.1
DD2.2
DD2.3
DD2.4
DD3.1
DD3.2
DD3.3
VD9 АЛ102А
VD11 АЛ102А
SA1
GB1 4,5В
SB13 „Сброс"
К выводу 4 DD1, DD2
К выводу 4 DD3
VD10
C7* 0,5мк
BF1
C8 150мк×16В
К выводу 11 DD1–DD3
VD1–VD6, VD10 КД521Б
VD7, VD8 Д814А
VT1–VT7 КТ315Б
C1, C4 4,7мк×16В
C2, C5 33мк×16В
C3, C6 220мк×16В
DD1–DD3 К134ЛБ1

Рис. 51

требления устройством увеличится до 60—70 мА. Диоды кремниевые маломощные любого типа, например КД521Б, Д220Б, светодиоды на номинальный ток 5—10 мА, стабилитроны типа Д814А. Применение стабилитронов типа КС156А из-за большого обратного тока недопустимо. Конденсаторы C1 — C6 должны быть с сравнительно небольшим током утечки, например типа К52-1, К53-1, ЭТО. Телефон BF1 низкоомный, например ТК-67. Остальные элементы могут быть любого типа.

При налаживании подбирают стабилитроны VD7, VD8, чтобы устройство правильно работало при напряжении 3,7 ... 4,5 В. Желаемый тон звукового сигнала можно подобрать конденсатором C7.

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Устройство бесконтактного пуска двигателя

Однофазные двигатели, имеющие большой пусковой момент, выполнены с пусковой обмоткой. Эта обмотка рассчитана на кратковременную работу (несколько секунд) и включается только на время разгона двигателя. Включение пусковой обмотки обычно производится контактами специального пускового реле, обмотку которого соединяют последовательно с рабочей обмоткой двигателя. Во время пуска при невращающемся роторе через рабочую обмотку двигателя протекает ток, превышающий в 5 ... 7 раз номинальный. При этом срабатывает пусковое реле и замыкает цепь питания пусковой обмотки двигателя. После разгона ротора до номинальных оборотов ток в рабочей обмотке уменьшается до номинального, пусковое реле отпускает якорь и цепь пусковой обмотки обесточивается.

В связи с коммутацией индуктивной нагрузки на контактах пускового реле возникает значительное искрение, что приводит к повышенному износу контактов и уменьшению срока службы. В случае сваривания контактов пускового реле электрической искрой пусковая обмотка после разгона двигателя не выключается, двигатель перегревается, что может вывести его из строя. Избежать этого и повысить надежность работы и долговечность двигателя можно путем применения бесконтактного коммутирующего элемента в цепи пусковой обмотки.

Принципиальная схема устройства бесконтактного пуска двигателя с пусковой обмоткой изображена на рис. 52. Оно содержит пусковой резистор $R_п$, узел питания микросхемы на диоде VD2, стабилитроне VD1 и конденсаторе C1, мультивибратор на элементах DD1.1 — DD1.3, инвертор DD1.4, импульсный усилитель на транзисторе VT1 и симистор VS1.

Пусковой резистор рассчитывают на такое сопротивление, при котором падение напряжения на нем от протекания номинального тока соответствует 1,5 В. При таком напряжении мультивибратор не работает, импульсы управления на симистор не поступают и ток через пусковую обмотку двигателя не протекает. Во время пуска двигателя падение напряжения на резисторе $R_п$ увеличивается до 6 В и мультивибратор начинает работать. При переключениях элемента DD1.4 с помощью конденсатора C3 вырабатываются короткие

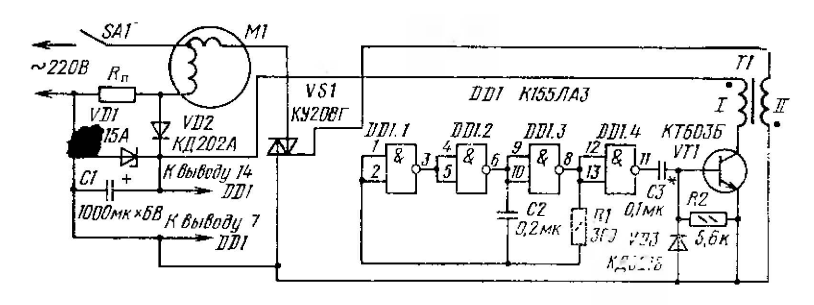


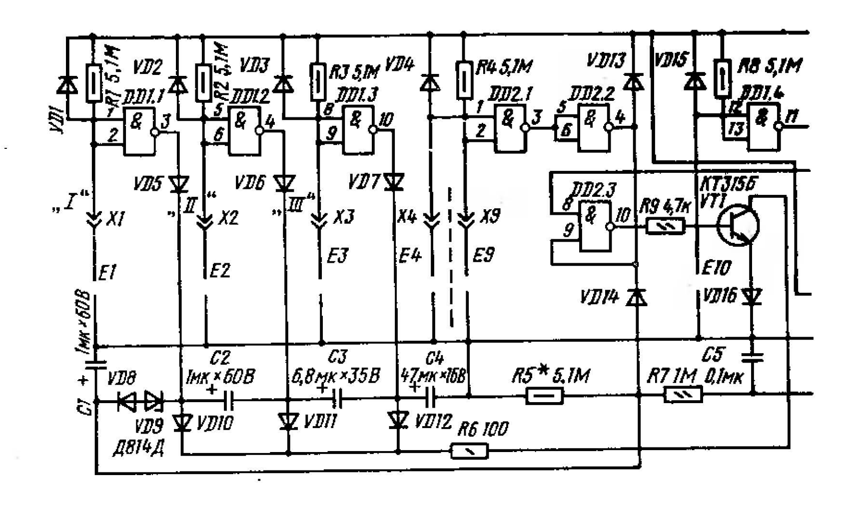
Рис. 52

импульсы, они усиливаются транзистором VT1 и поступают на управляющий электрод симистора VS1, который открываясь пропускает ток через пусковую обмотку. Для того чтобы симистор открывался в начале каждого полупериода сетевого напряжения, частота мультивибратора должна составлять несколько килогерц. После разгона двигателя напряжение питания мультивибратора уменьшается до 1 В (0,5 В падает на диоде VD2) и мультивибратор перестает переключаться, что приводит к закрыванию симистора и обесточиванию пусковой обмотки.

В устройстве можно применить микросхему типа К155ЛА3, К131ЛА3, К133ЛА3. Транзистор из серии КТ603, КТ608 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50, симистор на прямое максимальное напряжение не менее 400 В. Импульсный трансформатор T1 намотан на кольце типоразмера К10×6×5 из феррита 2000НН. Его обмотка I содержит 25 витков провода ПЭВ-2 0,2, а обмотка II — 50 витков такого же провода.

Сенсорный кодовый замок

Кодовые замки как устройства охраны в последнее время получили заметное распространение. Как показал опыт эксплуатации, одним из наибо-



лее ненадежных элементов такого замка оказались кнопки для набора кода. Повысить надежность и долговечность работы устройства можно применением в нем сенсорных контактов в узле набора кода.

Кодовый замок, принципиальная схема которого показана на рис. 53, имеет 11 сенсорных контактов, три из которых кодовые. Код замка можно менять перестановкой штырей в гнездах X1—X9. Для дистанционного открывания замка предназначен сенсорный контакт E11, расположенный внутри помещения.

Узел набора кода собран на логических элементах DD1.1—DD1.3. В качестве памяти набранного кода служат конденсаторы C2—C4. Узел сброса выполнен на элементах DD2.1—DD2.3 и транзисторе VT1. На элементах DD2.4, DD3.3 и транзисторах VT2, VT3 собран узел включения электромагнита замка, а на элементах DD1.4, DD3.1, DD3.2 и транзисторе VT4—узел подачи сигнала вызова.

Код замка соответствует числу, составленному из номеров сенсорных контактов, провода от которых подключены к гнездам X1—X3. В исходном состоянии на выходах элементов DD1.1—DD1.3 присутствует напряжение низкого уровня. Конденсаторы C2—C4 разряжены, и на входы элемента DD2.4 поступает также напряжение низкого уровня. На выходе элемента DD2.2 напряжение высокого уровня, а на выходах элементов DD2.3, DD3.3—низкого. Транзисторы VT1—VT3 закрыты, и электромагнит Y1 замка обесточен.

Код набирают поочередным прикосновением пальца к сенсорным контактам. При прикосновении к первому кодовому контакту на выходе элемента DD1.1 устанавливается напряжение высокого уровня, которое через диод VD5 заряжает конденсатор C2. От прикосновения ко второму и третьему кодовому контакту заряжаются соответственно конденсаторы C3 и C4. В этом случае суммарное напряжение на конденсаторах C2—C4 будет соответствовать около 20 В, что окажется достаточным для зарядки конденсатора C1 через стабилитрон VD9 и диод VD8 до напряжения, воспринимающегося логическим элементом, как напряжение высокого уровня. Элементы DD2.4, DD3.3 переключаются, транзисторы VT2, VT3 открываются, и включается электромагнит Y1 замка. При переключении элемента DD2.4 на вход элемента DD2.3 поступает напряжение низкого уровня и на его выходе устанавливается напряжение высокого уровня. Напряжение высокого уровня на входе элемента DD2.3 устанавливается также при прикосновении к некодовым сенсорным контактам. Транзистор VT1 при этом открывается, и через диоды VD10—VD12 происходит полная разрядка конденсаторов C2—C4, необходимая для установки устройства в исходное состояние.

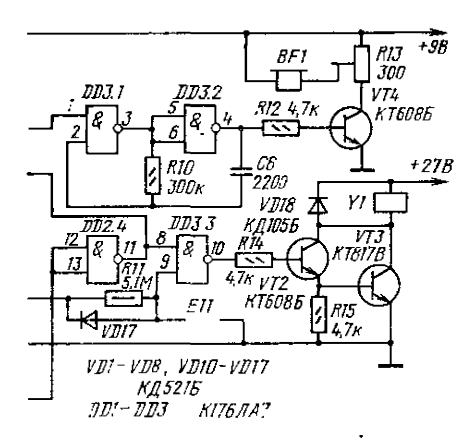


Рис. 53

Если набор кода произведен неправильно, конденсаторы C2—C4 заряжаются до меньшего напря-

жения, элементы DD2.4, DD3.3 не переключаются и электромагнит замка не срабатывает. Конденсатор C5 на 0,1 с задерживает поступление сигнала на вход элемента DD2.4, что необходимо для полной зарядки конденсатора C1 от конденсатора C2. Диоды VD1—VD4, VD15, VD17 предназначены для защиты микросхем от пробоя положительным зарядом статического электричества (отрицательный заряд шунтируется через внутренние диоды элементов, выполненные между входами и общим выводом микросхемы).

Подача сигнала вызова осуществляется прикосновением к сенсорным контактам E10. При этом с выхода элемента DD1.4 поступает напряжение высокого уровня и мультивибратор на элементах DD3.1, DD3.2 устанавливается в рабочий режим. Сигнал звуковой частоты поступает на базу транзистора VT4, усиливается транзистором и воспроизводится телефоном BF1. Громкость звука регулируют подстроечным резистором R13.

Для кодового замка используют транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Диоды VD1 — VD8, VD10 — VD17 любые кремниевые маломощные, например КД522Б; VD18 на прямой ток не менее 300 мА и обратное максимальное напряжение не менее 300 В. Электромагнит замка изготовлен из плунжерного электромагнитного реле, например 8Э11—8Э13, у которого удалены контакты. Телефон BF1 — низкоомный, типа ТК-67. Конструкция сенсорных контактов может быть любой. Их необходимо монтировать на изоляционной пластине из негигроскопичного материала с гладкой поверхностью, например на органическом стекле. Расстояние между контактами должно быть 3 ... 5 мм.

При налаживании устройства резистором R5 подбирают нужное время, в течение которого якорь электромагнита замка должен оставаться притянутым. Для надежного притягивания плунжера пружину защелки замка необходимо ослабить. Желаемую частоту сигнала вызова устанавливают подбором сопротивления резистора R10 или емкости конденсатора C6.

Переговорное устройство для помещений

Устройство предназначено для осуществления громкоговорящей связи между двумя помещениями, расстояние между которыми не превышает 100 м. Питается от сети и в нерабочем режиме ток не потребляет.

Переговорное устройство состоит из двух одинаковых усилителей звуковой частоты с блоками питания и линии связи. Принципиальная схема усилителя изображена на рис. 54,*а*. Он содержит предварительный усилитель на транзисторе VT1, усилитель мощности на микросхеме DA1 и трансформаторный блок питания. В связи с тем что устройство питается от нестабилизированного блока питания, предварительный каскад усилителя содержит дополнительный фильтр на резисторе R2 и конденсаторе C2. С помощью элементов, подключенных к выводам микросхемы, устанавливают необходимый режим ее работы.

Усилители можно соединить через трехпроводную или двухпроводную линию связи. При применении трехпроводной линии связи (на схеме не показана) к каждому входу усилителя подключают микрофон, а к выходу — провод линии связи, второй конец которого во втором усилителе присоединяется к громкоговорителю. Общие схемные провода усилителей соединяют третьим про-

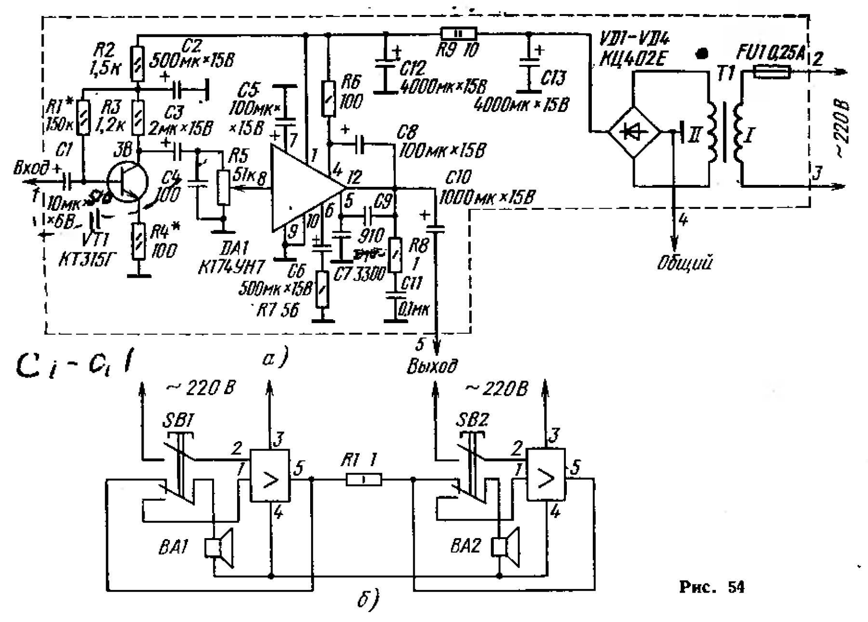


Рис. 54

водом линии связи. Соединение усилителей по такой схеме позволяет проводить дуплексную (двустороннюю) связь.

Усилители можно использовать и с двухпроводной линией связи, соединив их выходы проводом и подключив к выходам громкоговорители.

Переговорное устройство можно собрать без микрофонов, использовав для передачи информации те же громкоговорители, что и для воспроизведения. Принципиальная схема такого переговорного устройства показана на рис. 54,*б*. В этом случае разговор можно проводить только поочередно в режиме «Передача — Прием». Коммутация громкоговорителей осуществляется кнопками SB1, SB2, включающими также напряжение сети.

Транзистор VT1 применяют со статическим коэффициентом передачи тока 50...100. Конденсаторы могут быть любого типа. Громкоговорители пригодны с сопротивлением катушки 4—6 Ом мощностью 1—5 Вт. Трансформатор намотан на магнитопроводе с поперечным сечением сердечника 5 см². Его обмотка I содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,1, обмотка II — 120 витков провода ПЭВ-2 0,8. Усилители можно расположить в корпусах радиотрансляционных громкоговорителей. Микросхемы следует установить на радиаторах.

При налаживании устройства резистором R1 устанавливают на коллекторе транзистора VT1 напряжение 3 В. В зависимости от значения входного сигнала резистором R4 подбирают максимально допустимое усиление каскада без искажения выходного сигнала. Если линия связи имеет сопротивление более 1 Ом, резистор R1 (рис. 51,*б*) не используют.

Переговорный автомат

Автомат позволяет вести переговоры из помещения с подошедшим к входной двери и, при необходимости, открыть ее с помощью кнопки автомата. Если в помещении никого нет, информация, сообщенная пришедшим, записыва-

ется с помощью данного автомата на транзисторный магнитофон. Устройство питается от сети переменного тока, в исходном состоянии энергии не потребляет.

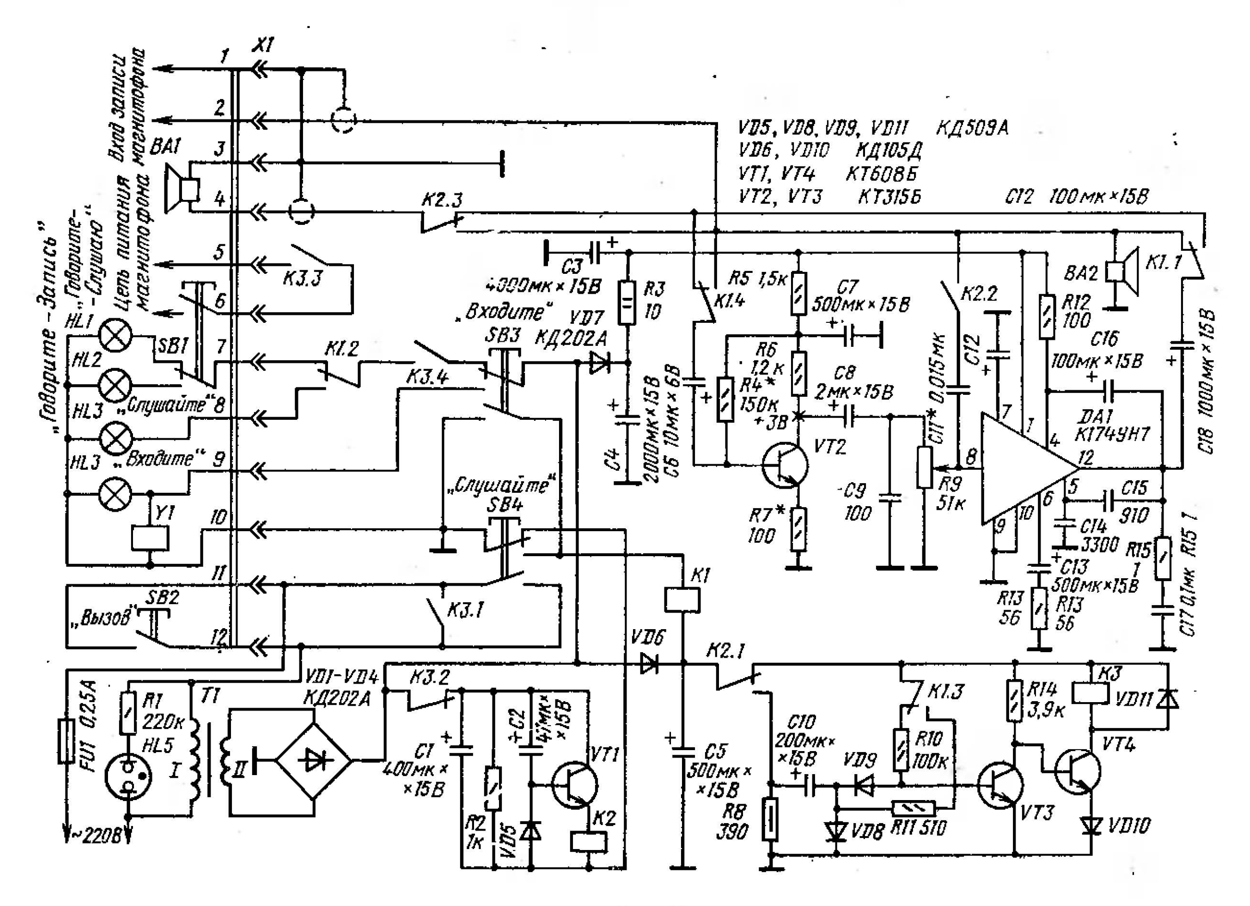
Принципиальная схема автомата изображена на рис. 55. Он состоит из двух электронных реле времени на транзисторах VT1 и VT3, VT4, усилителя звуковой частоты на транзисторе VT2 и микросхеме DA1, реле коммутации усилителя K1, электромагнита замка Y1, светового табло (лампы HL1 — HL4), кнопок управления SB1 — SB4 и трансформаторного блока питания.

Работа автомата начинается с момента нажатия на кнопку вызова SB2, установленную у входной двери. При этом напряжение сети поступает на первичную обмотку трансформатора T1 и лампу HL5, которая сигнализирует о включении автомата. Напряжение с вторичной обмотки трансформатора выпрямляется диодами VD1 — VD4 и заряжает конденсаторы C1 — C5. Ток зарядки конденсатора C2 открывает транзистор VT1, реле K2 срабатывает на время, зависящее от сопротивления его обмотки, коэффициента передачи тока транзистора VT1 и емкости конденсатора C2.

При использовании указанных на схеме номиналов радиоэлементов время, в течение которого якорь реле K2 остается в притянутом положении, составляет 1,5 с. Сработав, реле K2 своими контактами K2.1 замыкает цепь зарядки конденсатора C10. Этот конденсатор заряжается через диод VD8 до напряжения источника питания. Контакты K2.3 подключают громкоговоритель BA1 к выходу усилителя. Контакты K2.2 соединяют цепь положительной обратной связи (конденсатор C11) в усилителе, что приводит его к самовозбуждению на звуковой частоте. Громкоговорители BA1 и BA2 воспроизводят звуковой сигнал самовозбуждения, сообщая пришедшему и находящемуся в квартире о подаче вызова.

Реле K2 отпускает якорь после зарядки конденсатора C2 или при отпускании кнопки SB2 до истечения времени зарядки. После отпускания реле K2 цепь положительной обратной связи усилителя размыкается и сигнал вызова прекращается. Контакты K2.3 подключают громкоговоритель BA1 к входу усилителя, контакты K2.1 размыкают цепь зарядки конденсатора C10 и подключают напряжение источника к цепи питания второго электронного реле времени, собранного на транзисторах VT3 и VT4. После этого конденсатор C10 начинает разряжаться, на базу транзистора VT3 поступает отрицательное по отношению к его эмиттеру напряжение, и он остается в закрытом состоянии. Транзистор VT4 открывается базовым током, проходящим через резистор R14, и реле K3 срабатывает на время, зависящее от сопротивления резистора R10 и емкости конденсатора C10. При указанных на схеме номиналах радиоэлементов это время составляет около 15 с. Контакты K3.1 включившегося реле блокируют кнопку SB2, контакты K3.2 размыкают цепь питания первого электронного реле времени. После этого конденсатор C1 разряжается через резистор R2. Для образования цепи разрядки конденсатора C2 через резистор R2 служит диод VD5.

Если в квартире никого нет, дверь закрывают на засов замка, который нажимает на кнопку SB1, расположенную на его планке. Если кто-либо находится в квартире, дверь закрывают на защелку замка, и кнопка SB1 отпущена. В этих случаях напряжение источника питания через контакты кнопки SB3, контакты реле K3.4, K1.2 поступает соответственно либо на лампу HL2 — «Говорите — Запись», либо на лампу HL1 — Говорите — Слушаю».



VD5, VD8, VD9, VD11 КД509А
VD6, VD10 КД105Д
VT1, VT4 КТ608Б
VT2, VT3 КТ315Б
C12 100мк×15В
X1
Вход записи магнитофона
Цепь питания магнитофона
„Говорите – Запись"
„Говорите-„Слушаю"
„Слушайте"
„Входите"
„Вызов"
„Слушайте" SB4
„Входите" SB3
BA1
BA2
HL1
HL2
HL3
HL5
SB1
SB2
Y1
K1.1
K1.2
K1.3
K1.4
K2.1
K2.2
K2.3
K3.1
K3.2
K3.3
K3.4
C3 4000мк×15В
VD7 КД202А
R3 10
C4 2000мк×15В
C6 10мк×6В
R5 1,5к
C7 500мк×15В
R6 1,2 к
R4* 150к
+3В
C8 2мк×15В
VT2
R7* 100
C9 100
C11* 0,015мк
R9 51к
DA1 K174УН7
R12 100
C16 100мк×15В
C18 1000мк×15В
C15 910
C14 3300
C13 500мк×15В
R13 56
R15 1
C17 0,1мк
K1
VD6
FU1 0,25А
R1 220к
T1
~220В
VD1-VD4 КД202А
C1 400мк××15В
C2 47мк××15В
R2 1к
VD5
VT1
K2
C5 500мк××15В
R8 390
C10 200мк××15В
VD9
R10 100к
VD8
R11 510
R14 3,9к
VT3
K3
VD11
VT4
VD10

Рис. 55

На вход усилителя при обесточенном реле К1 подключен громкоговоритель ВА1, на выход — ВА2. Слова, произносимые пришедшим у входа, воспринимаются громкоговорителем ВА1, усиливаются и воспроизводятся в квартире громкоговорителем ВА2. Если необходимо дать ответ, находящийся в квартире нажимает на кнопку SB4. При этом, независимо от положения кнопки SB2 и реле К3, подается питание на трансформатор Т1, размыкается цепь питания реле К2 и замыкается цепь питания реле К1. После срабатывания реле К1 его контакты К1.2 размыкают цепь питания лампы HL1 и подают напряжение на лампу HL3 — «Слушайте». Контакты К1.1 и К1.4 подключают громкоговоритель ВА1 к выходу усилителя, ВА2 — к входу. Воспринимаемые звуковые колебания громкоговорителем ВА2 усиливаются и воспроизводятся громкоговорителем ВА1.

Открыть дверь можно при включенном автомате, нажав на кнопку SB3, контакты которой размыкают цепь питания ламп HL1 — HL3 и включают лампу HL4 «Входите». Одновременно через контакты кнопки SB3 подается напряжеиие на электромагнит Y1 замка и реле К1.

Для быстрого выключения светового табло после окончания цикла работы (после отпускания кнопки SB3 или SB4) используются контакты К1.3. При срабатывании реле К1 конденсатор С10 быстро разряжается через контакты К1.3 и резисторы R8, R11. Диод VD8 не дает перезаряжаться напряжением обратной полярности конденсатору С10, а диод VD9 препятствует протеканию базового тока через транзистор VT3 при включенном реле К1. При этом транзистор VT3 закрыт, VT4 открыт, и через обмотку реле К3 протекает ток. После отпускания реле К1 транзистор VT3 открывается, шунтируя ток базы транзистора VT4, который закрывается и обесточивает обмотку реле К3. Диод VD10 повышает надежность отпускания реле. Для защиты транзистора VT4 от перенапряжения, возникающего от индуктивной энергии обмотки реле в момент закрывания транзистора, служит диод VD11.

Контакты К3.1 обесточенного реле размыкают цепь питания трансформатора, и автомат переходит в исходное состояние. Для предотвращения подачи напряжения на первое электронное реле времени с неразрядившихся конденсаторов С5, С6, что привело бы к ложному срабатыванию реле К2, использованы диоды VD6 и VD7.

Усилитель звуковой частоты собран на транзисторе VT2 и микросхеме SA1. Он имеет чувствительность около 15 мВ, что является достаточным для усиления сигнала, образующегося в катушке громкоговорителя от звуковых колебаний говорящего. Уровень выходного сигнала усилителя устанавливают переменным резистором R9.

Чтобы записалось сообщение пришедшего, необходимо подключить к автомату транзисторный магнитофон. Вход магнитофона подключают к выходным проводам *1*, *2* автомата, цепь питания — к проводам *5*, *6*, кнопка SB1 при этом должна быть нажата засовом закрытого замка. Магнитофон следует оставить в режиме записи.

В автомате можно использовать транзисторы VT2, VT3 из серии КТ315, КТ312, КТ306; VT1, VT4 — КТ603, КТ608. Диоды VD6, VD10 типа Д310 или серии КД105, Д226; VD5, VD8, VD9, VD11 из серии КД509, Д220, КД521, КД522. Конденсаторы можно применить любого типа. Громкоговорители мощностью 0,5—1 Вт с сопротивлением катушки 4—6 Ом. Реле К1—К3 типа РЭС-32, паспорт РФ4.500.341. Кнопки SB1, SB3, SB4 типа КМ2-1, кнопка SB2

малогабаритная любого типа, рассчитанная на напряжение 220 В. Лампы HL1 — HL4 на напряжение 12 или 6 В при последовательном включении двух ламп вместо одной. Лампа HL5 неоновая любого типа, например ТН0,3. Разъем X1 малогабаритный, любого типа, например РС-10. Трансформатор намотан на магнитопроводе с площадью поперечного сечения не менее 5 см². Его первичная обмотка содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,1, вторичная — 120 витков провода ПЭВ-2 1,0.

Световое табло устанавливают у входной двери на месте расположения кнопки звонка. Размеры светового табло с лампами HL1 — HL4 и кнопкой SB2 могут быть произвольными. Основание табло изготовляют из фольгированного стеклотекстолита. После его обработки на фольгированный проводник припаивают лампы и боковые светозащитные пластины. Надписи выполняют клеем БФ-2, смешанным с тушью с внутренней стороны полупрозрачной крышки табло. Громкоговоритель BA1 закрепляют с внутренней стороны помещения и во избежание самовозбуждения усилителя из-за акустической обратной связи закрывают его декоративной крышкой. На месте установки громкоговорителя необходимо просверлить несколько десятков отверстий диаметром 3...4 мм, которые со стороны квартиры закрывают мелкой металлической сеткой. Остальные элементы автомата располагают на печатной плате, которую помещают в корпус радиотрансляционного громкоговорителя. Микросхему SA1 следует расположить на небольшом радиаторе.

Налаживание автомата начинают с измерения потребляемого тока, протекающего в цепи вторичной обмотки трансформатора. Этот ток при выключенных лампах светового табло и выключенном электромагните замка не должен превышать 100 мА. Для этого в цепь вторичной обмотки трансформатора включают амперметр переменного тока и нажимают на кнопку SB4. Затем проверяют напряжение на конденсаторе C3. Оно должно быть 13 В±±1 В. После этого проверяют падение напряжения на транзисторе VT4, которое не должно превышать 1,5 В (оно обусловлено сопротивлением резистора R14 и статическим коэффициентом передачи тока транзистора). При нажатии на кнопку SB2 должна загораться лампа HL5 и сработать реле K2 на время 1—1,5 с. После отпускания якоря реле K2 должно срабатывать реле K3 и загорятся лампы HL1 (HL2) светового табло. Повторное нажатие на кнопку SB2 не должно изменять режима работы автомата. Пружину кнопки SB3, которая нажимает на микропереключатели кнопки, следует подогнуть таким образом, чтобы сначала включался микропереключатель с замыкающими контактами, а потом с переключающими. Этот режим включения автомата необходим для продолжения разговора с пришедшим без повторного нажатия на кнопку SB2.

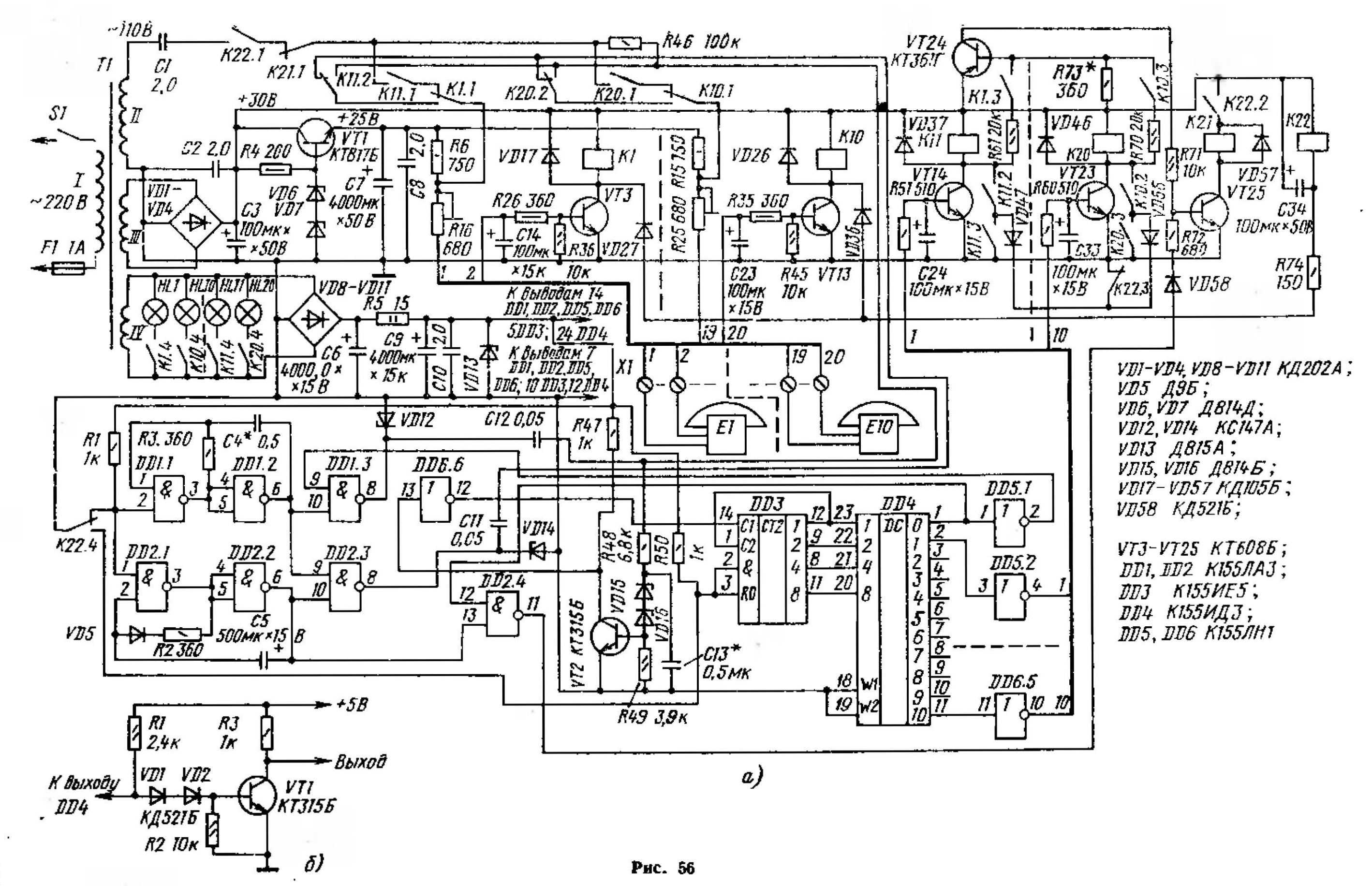
Резистором R4 устанавливают указанный на схеме режим по постоянному току транзистора VT2 предварительного каскада усилителя. Резистором R7 подбирают допустимое максимальное усиление от громкоговорителя при установке регулятора громкости (переменный резистор R9) в максимальное положение. Если при подключении громкоговорителя BA1 к входу усилителя возникает фон переменного тока, необходимо соединение громкоговорителя BA1 с автоматом выполнить экранированным проводом.

Автоматическая телефонная станция на десять номеров

Для автоматической телефонной связи при отсутствии промышленных АТС можно собрать устройство, принципиальная схема которого приведена на рис. 56,*а*. Станция рассчитана на подключение до десяти телефонных аппаратов любого типа. Длина линии связи определяется ее общим сопротивлением, которое не должно превышать 500 Ом. Станция обеспечивает одновременную связь между двумя аппаратами и вырабатывает служебные сигналы и сигналы блокировки, подобные промышленной АТС. Питается устройство от сети, средний потребляемый ток около 0,1 А.

Устройство состоит из тонального генератора на элементах DD1.1, DD1.2, генератора тактов на элементах DD2.1, DD2.2, формирователя импульсов на транзисторе VT2, элементов управления DD1.3, DD2.3, DD2.4, двоичного счетчика на микросхеме DD3, двоично-десятичного дешифратора на микросхеме DD4, инверторов на микросхемах DD5, DD6, узла реле К1 — К10 блокировки, узла реле К11 — К20 коммутации, узла вызова на транзисторах VT24, VT25, реле К21, реле К22 режима работы и блока питания на трансформаторе Т1, диодах VD1—VD4, VD8—VD11, стабилитронах VD6, VD7, VD13 и транзисторе VT1.

В исходном состоянии, когда трубки аппаратов Е1 — Е10 положены на рычаги, реле К1 — К22 отпущены, тональный генератор и генератор тактов заторможены контактами реле К22,4, счетчик переводится в нуль напряжением высокого уровня, поступающим через резистор R50 от источника питания 5 В. Предположим, что нужно провести разговор находящемуся у аппарата Е1 с присутствующим у аппарата Е10. При снятии трубки с аппарата Е1 через резисторы R6, R16, линию связи, внутренний резистор аппарата, R26 и переход база — эмиттер транзистора VT3 проходит ток и он открывается. Реле К1 срабатывает и через контакты К1.2, диод VD47, контакты К22.3 образуется цепь на общий провод. Реле К11 срабатывает и контакты К11.3 подключаются к общему проводу. Примерно через 0,1 с, после срабатывания реле К1, через резистор R74 и диод VD27 заряжается конденсатор С34 и срабатывает реле К22. Контакты К22.2 замыкают цепь обмотки реле К21; контакты К22.3 размыкают цепь срабатывания реле К11 — К20; контакты К22.4 переводят генераторы и счетчик в рабочий режим. Поскольку счетчик находится в нулевом состоянии, с выхода 0 дешифратора на вход элемента DD5.1 поступает напряжение низкого уровня, на вывод *9* элемента DD1.3 — напряжение высокого уровня. Сигналы тонального генератора с выхода элемента DD1.3, через конденсатор С12, контакты К11.2, К1.1 поступают на аппарат Е1, телефон которого воспроизводит непрерывный сигнал «Свободно». С выхода 0 дешифратора напряжение низкого уровня поступает также на выход *12* элемента DD2.4, с выхода которого напряжение высокого уровня через диод VD58 и резистор R72 открывает транзистор VT25, и реле К21 срабатывает, размыкая контактами К21.1 цепь переменного напряжения 110 В. Если теперь снять трубку с любого другого аппарата, например с Е10, сработает реле К10, но реле К20 не сработает, так как разомкнуты контакты К22.3. Телефоном аппарата Е10 будет воспроизводиться прерывистый тональный сигнал «Занято», который образуется с выходных сигналов двух генераторов, поступающих на входы элемента DD2.3. С выхода этого элемента через конденсатор С11, контакты К20.2, К10.1 и резистор R25 сигнал поступает на аппарат Е10.



~110В
T1
C1 2,0
K22.1
K21.1
R46 100к
VT24 КТ361Г
R73* 360
K1.3
K10.3
K22.2
K21
K22
S1
I ~220В
F1 1А
+30В
+25В
VT1 КТ817Б
C2 2,0
R4 200
R6 750
C8 2,0
C7 4000мк ×50В
VD6 VD7
VD1–VD4
C3 100мк× ×50В
R16 680
VD17
K1
VT3
R26 360
C14 100мк ×15к
R36 10к
VD27
R25 680
R15 750
VD26
K10
R35 360
C23 100мк ×15В
R45 10к
VT13
VD36
VD37
K11
R61 20к
VT14
R51 510
C24 100мк×15В
VD47
VD46
K20
R70 20к
VT23
R60 510
C33 100мк ×15В
K22.3
VD56
R71 10к
VD57
VT25
C34 100мк×50В
R72 680
VD58
R74 150
HL1 HL10 HL11 HL20
K1.4 K10.4 K11.4 K20.4
VD8–VD11
R5 15
C6 4000,0× ×15В
C9 4000мк ×15к
C10 2,0
VD13
К Выводам 14 DD1, DD2, DD5, DD6, 5 DD3; 24 DD4
К Выводам 7 DD1, DD2, DD5, DD6; 10 DD3, 12 DD4
X1
E1
E10
VD12
C12 0,05
R47 1к
R1 1к
R3 360
C4* 0,5
DD1.1
DD1.2
DD1.3
DD6.6
C11 0,05
VD14
K22.4
DD2.1
DD2.2
DD2.3
DD2.4
VD5
R2 360
C5 500мк×15В
VT2 КТ315Б
VD15
VD16
R48 6,8к
R50 1к
C13* 0,5мк
R49 3,9к
DD3
CT2
DD4
DC
DD5.1
DD5.2
DD6.5
VD1–VD4, VD8–VD11 КД202А;
VD5 Д9Б;
VD6, VD7 Д814Д;
VD12, VD14 КС147А;
VD13 Д815А;
VD15, VD16 Д814Б;
VD17–VD57 КД105Б;
VD58 КД521Б;
VT3–VT25 КТ608Б;
DD1, DD2 К155ЛА3;
DD3 К155ИЕ5;
DD4 К155ИД3;
DD5, DD6 К155ЛН1
а)
+5В
R1 2,4к
R3 1к
Выход
К выходу DD4
VD1 VD2
КД521Б
VT1 КТ315Б
R2 10к
б)

Рис. 56

Если номеронабирателем аппарата E1 набрать цифру 0, на резистор R48 поступит десять импульсов амплитудой 25 В, которые открывают транзистор VT2. Для устранения помех от дребезга контактов номеронабирателя использованы стабилитроны VD15, VD16 и конденсатор C13. Инвертируясь на элементе DD6.6, импульсы поступают на счетный вход C1 счетчика и переключают его в состояние, при котором на выходах *2*, *8* устанавливается напряжение высокого уровня. При этом на выходе *10* дешифратора действует напряжение низкого уровня, на остальных выходах — высокого. С выхода элемента DD6.5 через резистор R50 на базу транзистора VT23 поступает напряжение высокого уровня, он открывается и реле K20 срабатывает. Сигнал тонального генератора, поступающий на аппарат E1, блокируется напряжением низкого уровня, поступающим на вывод *9* элемента DD1.3. На вывод *12* элемента DD2.4 поступает напряжение высокого уровня, разрешая прохождение на базу транзистора VT25 сигналов тактового генератора. Реле K21 начинает переключаться с частотой примерно 0,3 Гц. Скважность работы реле примерно равна 1,5, т. е. время, при котором якорь притянут, в 2 раза больше времени, когда он отпущен.

Если трубка лежит на аппарате E10, переменное напряжение 110 В через конденсатор C1, контакты K22.1, K21.1 (при их замыкании), K20.1, K10.1 и резистор R25 поступает на звонок аппарата, который воспроизводит прерывистый сигнал вызова. В это время на телефон аппарата E1 через резистор R46 поступает прослушивание сигнала вызова. При снятии трубки с аппарата E10 срабатывает реле E10 и аппараты через контакты K1.1, K1.2, K10.1, K20.2 подключается параллельно. При замыкании контактов K1.3 и K10.3 открывается транзистор VT24 и реле K21 не отпустит якорь. Поскольку реле K10 притянуто, сигнал прослушивания вызова через резистор R46 не поступает на аппарат E1, что дает возможность вести разговор с присутствующим у аппарата E10. Если трубка на аппарате E10 была снята раньше и ее телефон воспроизводил сигнал «Занято», при срабатывании реле E10 аппараты также включатся для разговора без подачи сигнала вызова. После окончания разговора трубки следует положить на рычаги аппаратов и станция установится в исходное состояние.

При помощи ламп HL1—HL20 производится контроль работы и поиск неисправности станции и линий связи. Например, если аппарат E1 находится в режиме связи с аппаратом E10, будут гореть лампы HL1, HL10, HL11, HL20. При этом аппараты со снятой трубкой индицируются лампами HL2—HL9. Замыкание проводов линий связи индицируется лампами HL1—HL10 при нахождении трубок на рычагах аппаратов. Если произошел обрыв в линии связи, соответствующая лампа HL1—HL10 не загорается при снятии трубки с рычагов аппарата, подключенного к этой линии.

Конденсаторы C8, C10 предназначены для фильтрации высокочастотных помех в источнике питания, C14—C23 — для пропускания сигнала вызова, а также для удержания реле K1—K10 в притянутом положении якоря при размыкании контактов номеронабирателя во время набора номера, C24—C33 осуществляют задержку на срабатывание реле K11—K20 при переключении дешифратора. Диод VD5 способствует образованию скважности сигналов генератора тактов примерно 1,5; VD58 исключает отпускание якоря реле K21 при открытом транзисторе VT24 и напряжении низкого уровня на выходе элемента

DD2.4. Диоды VD27—VD36, VD47—VD56 осуществляют развязку цепей по постоянному току, VD17—VD26, VD37—VD46, VD57 шунтируют импульсы перенапряжения на коллекторах транзисторов VT3—VT25 при их закрывании. Стабилитроны VD12, VD14 шунтируют на общий провод устройства импульсы недопустимой для микросхем амплитуды, поступающие через конденсаторы C12, C11 при срабатывании реле K1—K10.

Диод VD5 маломощный германиевый любого типа. Диоды выпрямительных мостов VD1—VD4, VD8—VD11 на прямой ток не менее 3 А, например из серии КД202; VD17—VD57 из серий КД105, КД106, КД209. Транзистор VT1 из серий КТ817, КТ801, КТ805; VT2 — из серии КТ312, КТ315; VT24 — из серии КТ361, КТ203; VT3—VT25 — из серии КТ608, КТ626 или транзисторные сборки КТС613. Указанные транзисторы могут быть с любым буквенным обозначением. Статический коэффициент передачи тока в используемых транзисторах должен быть не менее 50. Конденсатор C5 генератора тактов типа К50-6 на рабочее напряжение не менее 15 В. При оксиднополупроводниковом или танталовом конденсаторе C5 генератор тактов не работает из-за большой утечки тока при обратном напряжении, которое возникает во время его перезарядки от входа элемента DD2.1. Микросхемы из серии К155 или К133 указанных типов. Если к станции подключают не более девяти аппаратов, микросхему DD3 можно использовать типа К155ИЕ2 (выводы *6*, *7* соединить с общим проводом), DD4 — типа К155ИД1. При этом вместо инверторов на микросхемах DD5, DD6 необходимо применить транзисторные согласующие инверторы. Схема одного инвертора приведена на рис. 56,*б*. Кроме того, на вывод *12* элемента DD2.4 следует подавать инвертированный дополнительным элементом (DD1.4) сигнал с выхода согласующего транзистора, подключенного к выходу 0 дешифратора. Микросхемы DD5, DD6 можно заменить тремя микросхемами К155ЛА3. Лампы HL1—HL20 типа СМН-10-55, напряжением 10 В, на ток 55 мА. Реле K1—K22 типа РЭС-22, паспорт РФ0.500.163 или РЭС-32, паспорт РФ0.500.343. Трансформатор намотан на магнитопроводе Ш30×30. Первичная обмотка I содержит 1250 витков провода ПЭВ 0,25, вторичная II — 630 витков провода ПЭВ 0,25, вторичная обмотка III — 160 витков провода ПЭВ 0,72, вторичная обмотка IV — 45 витков провода ПЭВ 0,8.

Для надежной работы станции необходимо правильно расположить элементы и выполнить монтаж. К общему проводу источника питания микросхем нельзя подключать элементы, питающиеся от источника 30 В. Соединение общих проводов источников 15 и 30 В нужно выполнить одним проводом сечением не менее 0,8 мм^2, между выводами отрицательных обкладок конденсаторов C6 и C7. Для удобства контроля работы станции лампы HL11—HL20 следует расположить под лампами HL1—HL10. Транзистор VT1 необходимо поместить на радиаторе с мощностью рассеивания 5—7 Вт. Станцию также можно собрать и на меньшее число аппаратов, при этом уменьшится число реле блокировки и коммутации.

Налаживание станции начинают с проверки правильности монтажа. Подбором конденсатора C13 добиваются надежной работы счетчика от номеронабирателя телефонного аппарата. Резистор R73 подбирают таким, чтобы транзистор VT24 был закрыт при срабатывании реле одного аппарата, например K1, и полностью открыт при срабатывании реле двух и более аппаратов, напря-

мер К1 и К10. Частоту тонального генератора можно подобрать конденсатором С4, частоту генератора тактов — конденсатором С5. Для стабильной работы генераторов подбор частоты резисторами R2 и R3 не рекомендуется.

Простой экзаменатор

Большинство существующих электронных обучающих машин хотя и отличаются заметно по конструкции и внешнему виду, работают по одному принципу — выборочных ответов. Учащемуся предлагается вопрос и несколько ответов на него, среди которых один верный. Этот принцип не совсем правильный с точки зрения методики преподавания, так как зачастую вызывает у учащегося стремление угадать истинный ответ, а не находить его исходя из твердых знаний предмета. Однако простота таких устройств обеспечила им достаточную популярность. Здесь публикуется описание несложной обучающей машины, позволяющей проверить знания по нескольким билетам.

Устройство состоит из двух пультов: пульта преподавателя и пульта учащегося. Конструкцией предусмотрено подключение к пульту преподавателя нескольких пультов учащихся.

В описываемом варианте пультов учащихся только два, однако это почти в 2 раза увеличивает пропускную способность при опросе и сокращает время для проведения экзаменов.

Принципиальная схема экзаменатора показана на рис. 57,*а*. Пульт преподавателя Е2 рассчитан на работу с двумя учащимися одновременно. При желании число опрашиваемых может быть увеличено, но при этом пульт преподавателя усложнится за счет добавления кодирующих вставок и гнездовых частей разъемов, индикаторов и переключателей пультов учащихся.

Каждый пульт учащегося Е1 соединяется с пультом преподавателя посредством кабеля из 22 жил длиной до 20—30 м. Пульт позволяет отвечать на вопросы билета в любой последовательности, причем результат ответа хранится в памяти до 45 мин и может быть выдан на пульт преподавателя. Пульт учащегося предусматривает электрические блокировки, исключающие подбор ответа при работе в режиме экзамена. При нажатии одновременно на две или более кнопки ответа в память экзаменатора заносится только неправильный ответ. При многократных нажатиях на разные кнопки ответа в памяти пульта остается результат от нажатия на последнюю кнопку.

Экзаменационный билет содержит пять вопросов. На каждый из этих вопросов дается пять ответов, один из которых правильный. В соответствии с этим на пульте учащегося есть пять переключателей SA1—SA5 «Вопрос» и пять кнопок SB1—SB5 «Ответ».

Переключатель SA1 включают (пульт Е1) для ответа на первый вопрос билета, SA2 — на второй и т. д. Таким образом, включением одного из этих переключателей осуществляют подготовку пульта учащегося к ответу на соответствующий вопрос.

Кроме того, на пульте преподавателя должны быть установлены кодирующие вставки, соответствующие тому или иному билету. Если эти условия соблюдены, то при включенном переключателе (на пульте учащегося) загорится соответствующий светодиод, сигнализирующий о готовности пульта принять ответ. Если пульт преподавателя не подготовлен для приема ответов, светодиоды на пульте учащегося не загораются.

На пульте учащегося нет никаких индикаторов, указывающих на результат ответа сразу после нажатия на соответствующие кнопки ответа. Правильность ответа учащийся может узнать только после того, как преподаватель нажмет соответствующую кнопку на своем пульте.

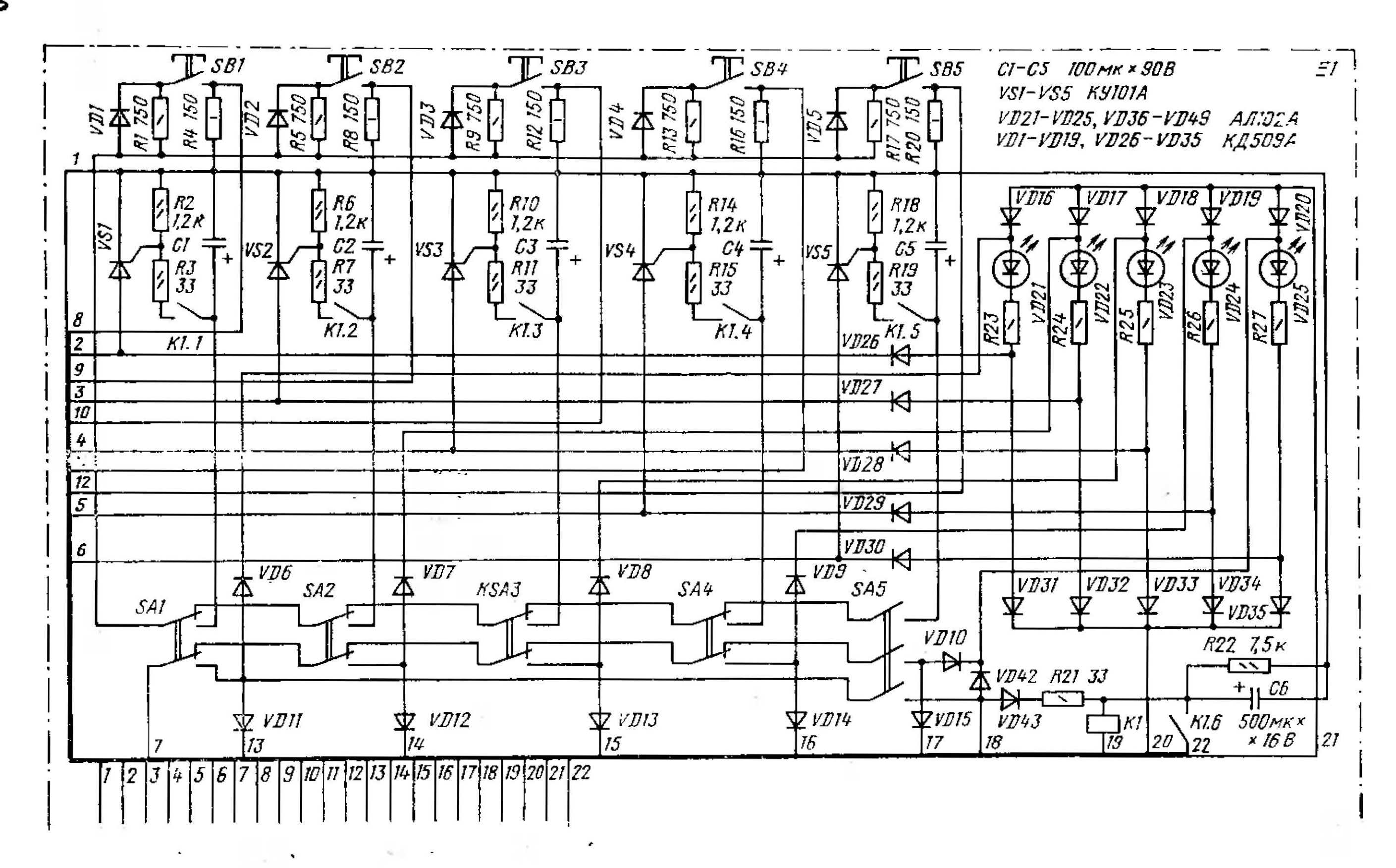
Рассмотрим цепь протекания тока при отработке правильного ответа на один вопрос. Допустим, что на второй вопрос правильным будет пятый ответ. Этому вопросу соответствует переключатель SA2 на пульте учащегося. Остальные кнопки в это время нажимать не следует. При переключении контактов SA2 положительная обкладка конденсатора C2 соединяется с проводом, к которому подсоединены диоды VD1—VD5 и резисторы R1, R5, R9, R13 и R17. Вторые выводы этих элементов соединены с кнопками SB1—SB5.

Напряжение положительной полярности с источника питания через переключатель SA6, разъемы X2, X1 (контакты *1-2*, *7* соответственно) поступает на нижний (по схеме) контакт переключателя SA1 и далее на SA2. Благодаря тому, что переключатель SA2 включен, напряжение питания поступает на диод VD7 и светодиод VD22, который через резистор R24, диод VD32, разъем X1 (контакты *20*), переключатель SA6 соединен с отрицательным полюсом источника питания. Светодиод VD22 загорается, извещая учащегося о готовности пульта к вводу ответа на второй вопрос.

Положительное напряжение с переключателя SA2 через диод VD12, разъем X1 (контакт *14*) и разъемы X2 и X1 (контакты *7-8-9* и *12*) поступает на кнопку SB5. При нажатии на эту кнопку через резистор R20 конденсатор C2 заряжается до напряжения питания. Цепь зарядки конденсатора C2: отрицательный полюс источника питания, контакты *1* разъема X1, отрицательная обкладка конденсатора, переключатели SA2, SA1, резистор R17, кнопка SB5, контакты *12* разъема X1, контакты *7-9* разъема X2, контакты *14* разъема X1, диод VD12, переключатели SA2, SA1, контакты *7* разъема X1, контакты *2-1* разъема X2, переключатель SA6 и положительный полюс источника питания. При нажатии любой другой кнопки ответа конденсатор C2 заряжаться не будет, так как на других кнопках отсутствует напряжение.

Если одновременно с нажатием кнопки правильного ответа нажать любую другую, например SB4, то ток, пройдя через контакты кнопки SB5, резистор R17, диод VD4, контакты кнопки SB4 и резистор R16, вызовет на резисторе R16 дополнительное падение напряжения, и конденсатор C2 зарядится до меньшего напряжения (при источнике питания напряжением 12 В на конденсаторе будет приблизительно 2,6 В). Этого напряжения недостаточно для открывания тринистора VS2, что необходимо для фиксации правильного ответа.

После ответов на все вопросы учащийся одновременно включает на своем пульте переключатели SA1 и SA5, сообщая тем самым преподавателю, что на все вопросы даны ответы, и с пульта преподавателя учащийся может получить информацию о том, как он справился со своей задачей. При этом напряжение источника питания через нижние (по схеме) контакты переключателей SA1 и SA5, диод VD43, резистор R21 заряжает конденсатор C6. Через диод VD10 поступает напряжение на светодиод VD25, и он загорается. Кроме того, это напряжение через контакты *18* разъема X1 поступает на пульт преподавателя, где зажигается светодиод VD41, сигнализируя о готовности результатов ответов на вопросы билета. Для приема ответов преподаватель включает на пульте E2 переключатель SA6, через контакты которого подается напряжение питания на катушку реле K1 и его контакты K1.6, которое срабатывает и


C1–C5 100мк × 90В
VS1–VS5 КУ101А
VD21–VD25, VD36–VD49 АЛ102А
VD1–VD19, VD26–VD35 КД509А
E1
SB1
SB2
SB3
SB4
SB5
VD1
VD2
VD3
VD4
VD5
R1 750
R4 150
R5 750
R8 150
R9 750
R12 150
R13 750
R16 150
R17 750
R20 150
R2 1,2к
R6 1,2к
R10 1,2к
R14 1,2к
R18 1,2к
R3 33
R7 33
R11 33
R15 33
R19 33
C1
C2
C3
C4
C5
VS1
VS2
VS3
VS4
VS5
K1.1
K1.2
K1.3
K1.4
K1.5
VD16
VD17
VD18
VD19
VD20
VD21
VD22
VD23
VD24
VD25
R23
R24
R25
R26
R27
VD26
VD27
VD28
VD29
VD30
VD31
VD32
VD33
VD34
VD35
VD6
VD7
VD8
VD9
VD10
SA1
SA2
KSA3
SA4
SA5
VD11
VD12
VD13
VD14
VD15
VD42
VD43
R21 33
R22 7,5к
C6
500мк × × 16 В
K1
K1.6
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

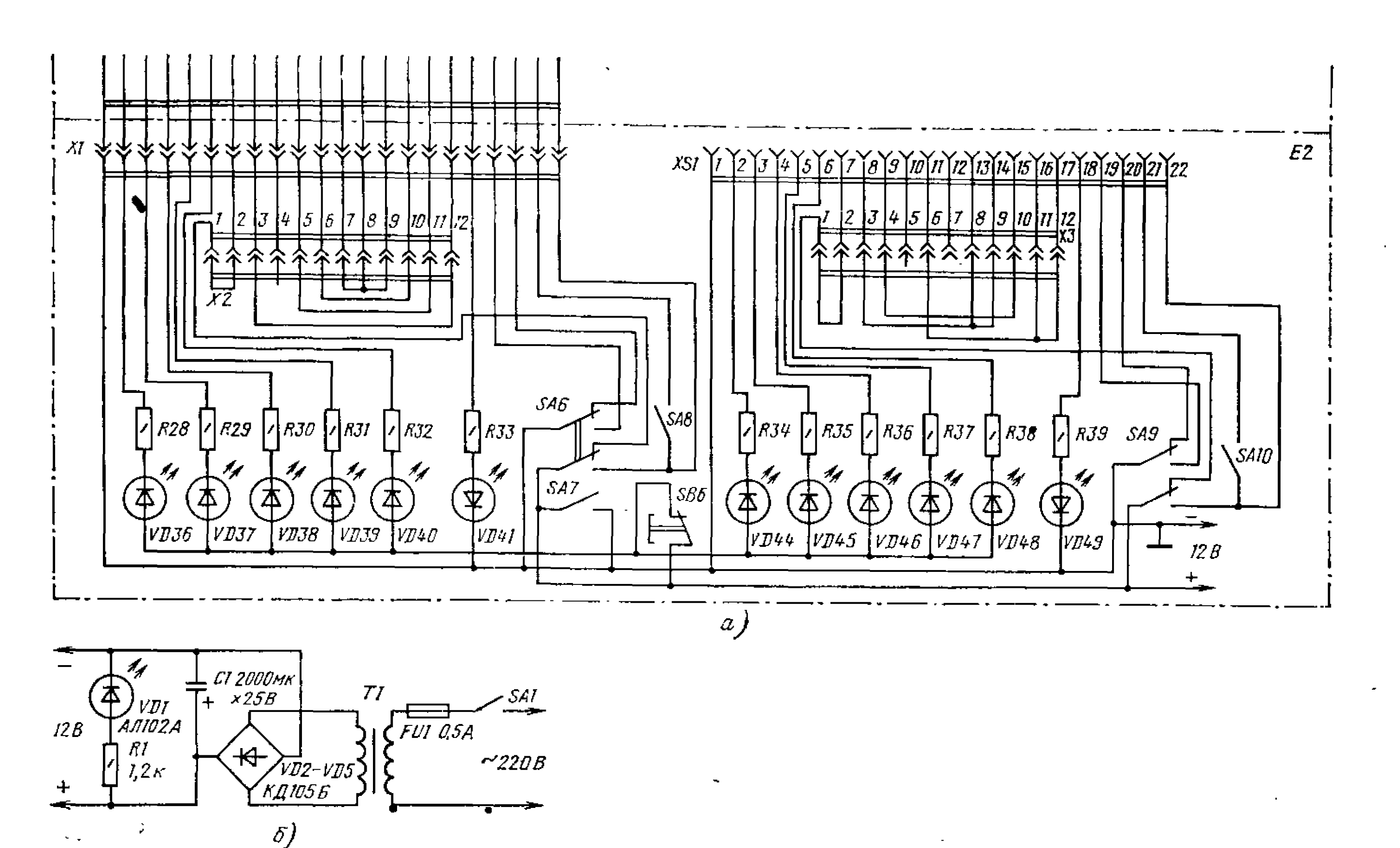

X1
XS1
E2
X2
X3
R28
R29
R30
R31
R32
R33
SA6
SA7
SA8
SB6
R34
R35
R36
R37
R38
R39
SA9
SA10
VD36
VD37
VD38
VD39
VD40
VD41
VD44
VD45
VD46
VD47
VD48
VD49
12 В
а)
C1 2000мк
×25В
T1
SA1
VD1
АЛ102А
12В
R1
1,2к
FU1 0,5А
VD2–VD5
КД105Б
~220В
б)

Рис. 57

самоблокируется контактами К1.6. Контакты К1.1—К1.5 этого реле подключают конденсаторы памяти С1—С5 к управляющим электродам тринисторов VS1—VS5. Если напряжения на конденсаторах превышают 4, 5 В, тринисторы открываются и образуют цепь для зажигания светодиодов VD21—VD25, которые указывают, на какие вопросы были даны правильные ответы.

Индикация готовности на пульте учащегося при этом гаснет, так как переключателем SA6 размыкается цепь питания диодов VD31—VD35. При включении переключателя SA7 подается индикация ответов на пульт учащегося, при этом на светодиоды VD21—VD25 поступает положительное напряжение через диоды VD16—VD20. Отрицательное напряжение источника питания на эти светодиоды поступает через открытые тринисторы VS1—VS5, диоды VD26—VD30 и резисторы R23—R27. После переключения переключателя SA6 светодиоды индикации ответов на пульте учащегося гаснут и пульт готов к приему ответов на вопросы следующего билета.

Индикация ответов на пульте преподавателя сохраняется до момента нажатия на кнопку SB6, которая разрывает цепь тринисторов VS1—VS5.

Остальные элементы экзаменатора имеют следующее назначение: диоды VD1—VD5 и резисторы R1, R4, R5, R8, R9, R12, R13, R16, R17, R20 предназначены для блокировки подбора правильного ответа. Конденсаторы С1—С5 служат для запоминания результатов правильных ответов. Реле К1 и тринисторы VS1—VS5 считывают информацию ответов. Резисторы R2, R6, R10, R14, R18 повышают стабильность работы тринисторов VS1—VS5, а резисторы R3, R7, R11, R15, R19 ограничивают ток разрядки конденсаторов С1—С5 через управляющие электроды тринисторов. Диоды VD26—VD30 запрещают протекание тока через светодиоды VD36—VD40 при работе на пульте учащегося в режиме выдачи ответов. Диоды VD11—VD15 служат для подачи напряжения на соответствующую кнопку SB1—SB5 при наборе ответов на вопросы в случае, если несколько вопросов имеют один и тот же порядковый номер правильного ответа. Диод VD43 запрещает протекание тока через светодиод VD41 в режиме приема ответов (SA6 включен). Резистор R21 ограничивает силу тока через диод VD43 во время зарядки конденсатора С6. Резистор R22 разряжает конденсатор С6 при наборе ответов на пульте Е1, запрещая прием ответов с пульта преподавателя без подачи готовности с пульта учащегося. Резисторы R23—R27 и R28—R33 ограничивают силу тока светодиодов. Разъем X2 предназначен для быстрой шифровки правильных ответов на каждый билет, осуществляемой путем замены вилки разъема. Контакты вилки разъема соединены с контактами гнездовой части разъема соответственно шифру правильных ответов. Шифр правильных ответов вилки Х2—55431 означает, что первому и второму вопросам соответствует пятый правильный ответ, третьему вопросу — четвертый и т. д.

Экзаменатор питается от сети переменного тока через понижающий трансформатор с вторичным напряжением 10 В мощностью 15—20 Вт. Источник вторичного напряжения нестабилизированный (рис. 57,*б*).

При правильном монтаже налаживать экзаменатор не требуется.

Корпусы пультов учащегося и преподавателя одинаковы по размерам (220×100×100 мм). Диоды кремниевые, любые, допускающие прямой ток не менее 70 мА, тринисторы КУ101 с любым буквенным индексом. Для некоторых тринисторов следует подобрать резисторы R2, R6, R10, R14, R18. Светодиоды также любые, на ток не более 20 мА. Вместо светодиодов можно ис-

пользовать лампы накаливания СМН-6-20 (6 В, 20 мА) или КМ-12-0,06 (12 В; 0,06 А). При использовании других светодиодов (не указанных на принципиальной схеме) или применении ламп накаливания необходимо подобрать ограничительные резисторы в цепях светодиодов. Номиналы резисторов рассчитывают исходя из рабочего тока светодиода или лампы накаливания, падения напряжения на них и допустимого тока через тринистор. Для лампы СМН-6-20 сопротивление резистора, включаемого последовательно с ней, будет равно:

$$R_{доб}=(12-6)/0{,}02=300\ Ом.$$

Для лампы КМ-12-0,06 сопротивление добавочного резистора следует подобрать исходя из допустимого тока через тринистор (70 мА). Лампы две на каждый тринистор, следовательно, добавочный резистор должен быть таким, чтобы он ограничивал ток через каждую лампу до значения $I=70/2=35$ мА. Но этот ток меньше номинального, равного 60 мА, и поэтому лампа будет гореть неполным накалом.

Реле К1 любого типа с шестью замыкающимися контактами, например РКМ-1 (паспорта РС4.500.816; РС4.500.819). Обмотка реле на рабочее напряжение 12 В, сопротивление не менее 100 Ом. Можно использовать два реле, например РЭС-22, паспорт РФ4.500.129, обмотки которых включены параллельно. Конденсаторы С1—С5 типа К52-1, К52-2 должны иметь небольшой ток саморазрядки. Переключатели й кнопки — П2К или другого типа. Монтаж деталей можно вести на выводах контактов переключателей П2К, если переключатели и кнопки имеют не менее четырех переключающихся секций, или на отдельных платах. Для разъема шифраторов Х2, Х3 пригодны также вилки, которые выполнены из фольгированного стеклотекстолита, например РГ1Н35, РППМ17-48-3. В качестве перемычек между контактами вилки шифратора удобно использовать фольгу, снятую из фольгированного стеклотекстолита. Вставку шифратора помещают в изоляционный корпус. На стороне корпуса, повернутой к преподавателю, делают надпись шифра правильных ответов, а со стороны учащихся — номер билета.

Электронный анализатор

Электронный анализатор представляет собой своеобразное обучающее и контролирующее устройство, которое может быть использовано при изучении графического материала — различных схем, чертежей и т. п. Учащийся при ответе на вопрос обязан в определенной последовательности прикоснуться указкой токопроводящих пластин, изображающих детали схемы или чертежа. Правильный ответ высвечивается на табло словом «Правильно», неправильный ответ — словом «Неправильно». В устройстве предусмотрены электрические блокировки, запрещающие учащемуся обмануть преподавателя при ответе на вопрос. Электронный анализатор питается от источника постоянного тока напряжением 5 В и потребляет ток при погашенных лампах табло около 100 мА. Количество последовательных выборок не превышает девять.

Принципиальная схема анализатора показана на рис. 58. Устройство состоит из узла выборки ответа на разъеме Х1 и контактах XS1—XS9, XP1, узла контроля правильности выборки ответа на микросхемах DD1—DD5, DD7—DD12, узла перевода показаний на нуль на элементах DD6.1, DD6.2 и узла индикации на транзисторах VT2, VT3, тринисторах VS1, VS2 и лампах HL1—HL5.

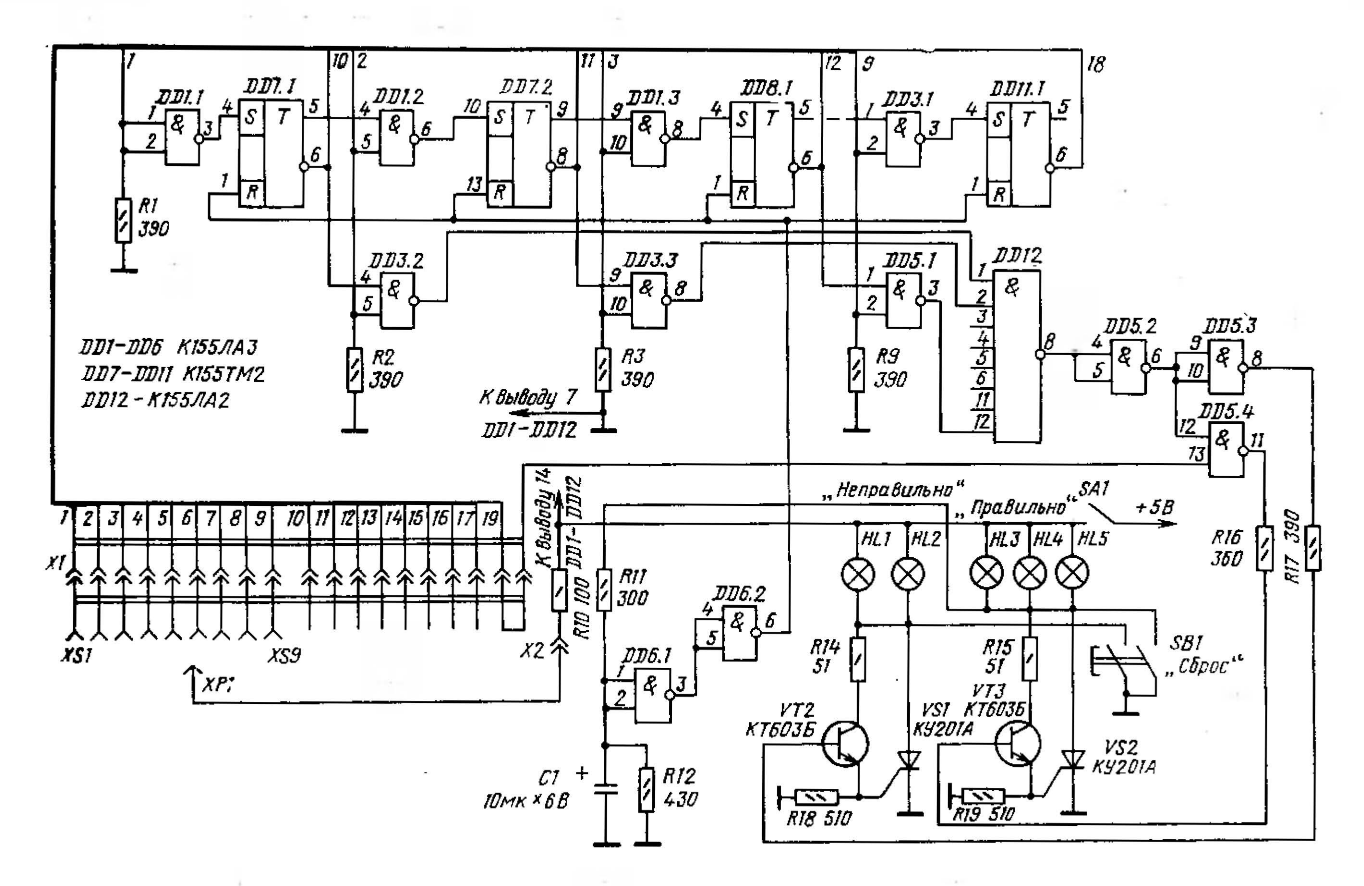

DD1–DD6 K155ЛА3
DD7–DD11 K155ТМ2
DD12 - K155ЛА2
К выводу 7 DD1–DD12
К выводу 14 DD1–DD12
„Неправильно"
„Правильно"
SA1
+5В
SB1 „Сброс"
R1 390
R2 390
R3 390
R9 390
R10 100
R11 300
R12 430
R14 51
R15 51
R16 360
R17 390
R18 510
R19 510
C1 10мк × 6В
VT2 КТ603Б
VT3 КТ603Б
VS1 КУ201А
VS2 КУ201А
XS1
XS9
XP1
X1
X2

Рис. 58

В первый момент после включения устройства переключателем SA1 конденсатор C1 разряжен и на входе элемента DD6.1 установлено напряжение низкого уровня. С выхода элемента DD6.2 на вход сброса на нуль триггеров поступает напряжение низкого уровня, и они устанавливаются в исходное состояние, при котором на прямых выходах (выводы *5*, *9*) действует напряжение низкого уровня, а на инверсных выходах (выводы *6*, *8*) — высокого уровня. После зарядки конденсатора через лампы HL3—HL5 и резистор R11 элементы DD6.1, DD6.2 переключаются и с выхода элемента DD6.2 поступает напряжение высокого уровня. С выхода микросхемы DD12 и выходов элементов DD5.3, DD5.4 поступают напряжения низких уровней, транзисторы VT1, VT2 и тринисторы VS1, VS2 закрыты, лампы HL1—HL5 погашены и анализатор находится в исходном состоянии.

Рассмотрим работу устройства на примере. Предположим, что на изучаемом чертеже учащемуся нужно показать правильную последовательность сборки узла, состоящую из девяти деталей, которые на схеме обозначены контактами XS1—XS9. Для этого учащийся металлической указкой (на схеме обозначена контактом XP1) последовательно должен прикоснуться к контактам XS1—XS9. При прикосновении к контакту XS1 на вход элемента DD1.1 поступает напряжение высокого уровня и на его выходе устанавливается напряжение низкого уровня, которое переключает триггер DD7.1. На вход элемента DD3.2 (вывод *4*) поступает напряжение низкого уровня. После прикосновения указкой к контакту XS2 переключится элемент DD1.2 и триггер DD7.2 установится в состояние, при котором на прямом выходе будет напряжение высокого уровня, на инверторном выходе — напряжение низкого уровня. Элемент DD3.2 при этом не переключится, так как на его вход предварительно поступило напряжение низкого уровня. Устройство работает аналогично при правильной выборке и других контактов XS3—XS9.

После переключения триггера DD11.1 с его инверсного выхода напряжение низкого уровня поступает на контакты *18* разъема X1 и далее через контакты *19* этого разъема на вход элемента DD5.4 (вывод *13*). На выходе этого элемента устанавливается напряжение высокого уровня, транзистор VT2 и тринистор VS2 открываются и загораются лампы HL3—HL5, подсвечивающие слово «Правильно». Если при выборке допущена неправильная последовательность прикосновения указкой к контактам XS1—XS9, на соответствующем выходе одного из элементов DD3.2—DD5.1 устанавливается напряжение низкого уровня. При этом с выхода микросхемы DD12 и выходов элементов DD5.3, DD5.4 поступают напряжения высокого уровня, транзисторы VT1, VT2 и тринисторы VS1, VS2 открываются и загораются лампы HL1—HL5, подсвечивающие слово «Неправильно». После открывания тринистора VS2 напряжение низкого уровня поступает на вход элемента DD6.1, при котором на выходе DD6.2 устанавливается также напряжение низкого уровня, запрещающее переключение триггеров от контактов XS1—XS9.

Гашение табло, а также контроль исправности ламп HL1—HL5 проверяют нажатием на кнопку SB1 «Сброс». При этом ток через тринисторы не протекает и они закрываются. После отпускания кнопки лампы HL1—HL5 гаснут и устройство устанавливается в исходное состояние.

Для анализатора целесообразно применять микросхемы ТТЛ-логики, например из серии К155, К133, так как они имеют сравнительно низкоомные входы и не требуют применения специальных мер для подавления наводок на-

пряжения на входных проводах. Транзисторы VT1, VT2 на ток коллектора не менее 100 мА, например из серии КТ603, КТ608. Можно применить также транзисторы из серии КТ315, но надежность устройства при этом несколько снизится. Тринисторы серии КУ201, КУ202 с любым буквенным индексом. Лампы HL1—HL5 напряжением 6 В на ток 0,5 ... 0,7 А. При использовании тринисторов из серии КУ202 лампы могут быть на ток до 2 А. Разъем X1 не менее чем на 19 контактов — любого типа.

К анализатору поочередно можно подключать любое количество специально изготовленных устройств, чертежей и других учебных плакатов. Для этого каждый чертеж изготовляют из полосок алюминиевой фольги, в котором изображение отдельных деталей электрически не должны быть соединены между собой. К полоскам фольги в соответствующей последовательности выборки присоединяют провода от вилки разъема X1. Кроме того, на вилке этого разъема необходимо выполнить соединение между 19-м штырем и одним из штырей, порядковый номер которого на 9 больше порядкового номера последнего входного провода выборки ответа. Например, последний входной провод выборки ответа подключен к третьему штырю разъема X1. Для включения ламп табло после третьей выборки нужно контакт *19* разъема X1 соединить проводом с 9+3=12-м контактом вилки этого разъема. Каждый плакат должен иметь свою вилку разъема X1, которую при работе включают в гнездо розетки разъема X1 анализатора.

При правильном монтаже устройство надежно работает без налаживания.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Автоматические устройства для зарядки аккумуляторов

Описываемые устройства предназначены для зарядки батарей аккумуляторов емкостью до 100 А·ч. Известно, что зарядка аккумуляторов большими токами снижает срок их службы, уменьшает емкость. Зарядка же малыми токами вреда не приносит, но занимает много времени. Заряжая кислотные аккумуляторы, особое внимание следует уделять своевременности окончания процесса зарядки.

При эксплуатации аккумуляторных батарей иногда стараются передать им двух-трехкратный заряд по сравнению с номинальным путем увеличения длительности зарядки. Но это, как показала практика, увеличивает толщину активного слоя на положительных пластинах и ускоряет их разрушение. Нормальным принято считать передачу аккумулятору при зарядке 115—120% израсходованного заряда. Признаками окончания процесса зарядки являются газовыделение на обоих электродах, установление постоянного напряжения 2,5 В на одном элементе и постоянной плотности электролита.

Зарядное устройство, принципиальная схема которого показана на рис. 59, позволяет в широких пределах плавно регулировать зарядный ток, что дает возможность заряжать аккумуляторные батареи самых различных типов. Оно работает в двух режимах — ручном «Руч.» и автоматическом «Авт.». Нужный режим работы устанавливают переключателем SA1.

В ручном режиме работы узел автоматического выключения обесточен контактами переключателя SA1. Второй парой контактов этого переключателя сое-

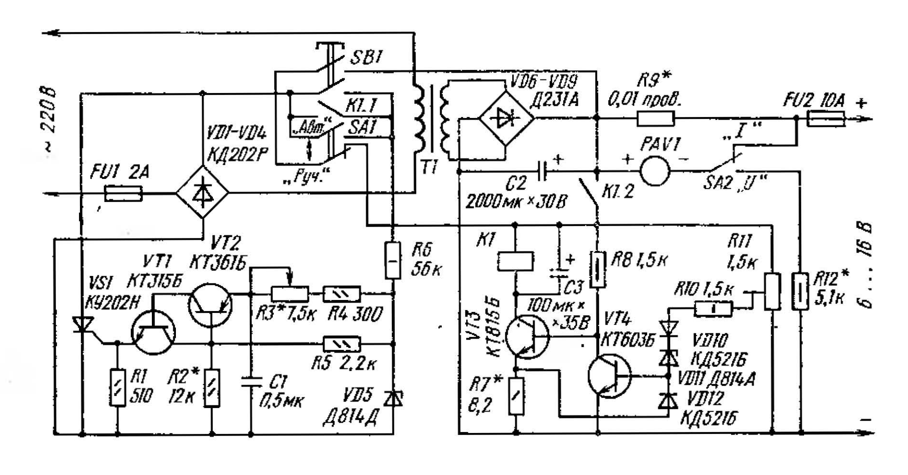


Рис. 59

динена цепь питания фазоимпульсного узла управления тринистором, собранного на транзисторах VT1 и VT2. Плавное регулирование фазы открывания тринистора, а соответственно и зарядного тока осуществляют переменным резистором R3.

В автоматическом режиме устройство самостоятельно выключается по окончании зарядки батареи аккумуляторов. Узел автоматического выключения собран на транзисторах VT3, VT4, стабилитроне VD11 и реле K1. Перед началом зарядки аккумулятора переменным резистором R11 необходимо установить напряжение, при котором устройство должно выключаться после зарядки аккумулятора. Для этого при отключенном аккумуляторе устройство включают в сеть и в автоматическом режиме работы нажимают на кнопку SB1, предварительно установив подвижный контакт переменного резистора R11 в нижнее (по схеме) положение. Переключатель SA2 устанавливают в положение измерения напряжения «U» и вращением ручки переменного резистора R3 повышают выходное напряжение до величины заряженного аккумулятора. Затем медленно вращают ручку переменного резистора R11 до положения, при котором устройство выключается. После этого подключают аккумуляторную батарею в соответствии с указанной полярностью, включают зарядное устройство нажатием на кнопку SB1 и устанавливают нужный ток зарядки ручкой резистора R3.

Для предотвращения перегрева обмотки реле при повышенном вторичном напряжении в узле автоматического выключения использован резистор R7 и диод VD12, которые образуют отрицательную обратную связь по току, способствующую поддержанию постоянного значения напряжения на обмотке реле. Стабилизация напряжения происходит, если падение напряжения на резисторе R7 достигает 1,2 В. При этом открывается диод VD12 и образуется дополнительная цепь тока через базовую цепь транзистора VT4, который приоткрывается, а транзистор VT3 призакрывается, поддерживая заданное напряжение на реле K1. Если падение напряжения на резисторе R7 меньше 1,2 В, диод VD12 и транзистор VT4 закрыты, а транзистор VT3 полностью открыт. В

этом случае вторичное напряжение полностью прикладывается к обмотке реле.

Для зарядного устройства можно использовать промышленный накальный трансформатор, например ТН-61 127/220-50, соединив три вторичные обмотки последовательно, или изготовить его из трансформатора питания телевизора мощностью 180—230 Вт. Для переделки трансформатора необходимо смотать все вторичные обмотки, оставив только первичную и намотать вторичную обмотку проводом ПЭВ-2 диаметром 2,5 мм. Вторичная обмотка должна содержать 8% витков от числа витков сетевой обмотки. Если число витков первичной обмотки неизвестно, его можно рассчитать следующим способом. На первичную обмотку наматывают 30 витков провода диаметром 0,2—0,3 мм. Собирают магнитопровод, трансформатор включают в сеть, и измеряют напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора. Число витков первичной обмотки рассчитывают по формуле: $w_1=30U_1/U_2$, где w_1 — число витков первичной обмотки; U_1 — напряжение на первичной обмотке; U_2 — напряжение на вторичной обмотке. Для расчета указанное число витков и диаметр провода выбраны из соображения уменьшения погрешности измерения из-за падения напряжения на вторичной обмотке.

Транзистор VT1 кремниевый из серии КТ315, КТ312; VT2 — из серии КТ361, КТ203; VT4 — из серии КТ815, КТ817, КТ801. Транзистор VT3 необходимо расположить на небольшом радиаторе. Диоды VD1—VD4 на прямой ток не менее 1 А и обратное напряжение не менее 400 В, диоды VD6—VD9 на прямой ток не менее 10 А, VD10, VD12 — любые кремниевые малой мощности. Диоды VD6—VD9 нужно установить на радиаторы, позволяющие рассеивать мощность 5—7 Вт каждый. Резистор R9 служит токовым шунтом для микроамперметра. Его изготовляют из манганиновой или стальной проволоки диаметром 2...2,5 мм. Реле К1 на рабочее напряжение 12 В, например РЭС32, паспорт РФ4.500.341 или РЭС-10, паспорт РС4.524.303. Измерительный прибор PAV1 рассчитан на ток полного отклонения стрелки не более 1 мА. При использовании измерительного прибора на больший ток сопротивление резистора R9 может значительно отличаться от указанного. Шкала тока в измерительном приборе проградуирована на 10 А, шкала напряжения — на 20 В.

Налаживание устройства начинают с фазоимпульсного узла управления тринистором. Для плавной регулировки зарядного тока подбирают режим транзистора VT2 резистором R2. Диапазон регулирования зарядного тока устанавливают подбором сопротивления резистора R3. В узле автоматического выключения нужно подобрать резистор R7, чтобы при повышении вторичного напряжения ток через реле не превышал номинального. Резистор R9 подбирают по показаниям прибора PAV1 и последовательно включенного с батареей аккумуляторов амперметра постоянного тока с пределом измерения 10 А.

К недостаткам описанного зарядного устройства следует отнести импульсный режим работы трансформатора, что понижает его КПД, а также неудобство установки напряжения автоматического выключения. Этих недостатков не имеет зарядное устройство, принципиальная схема которого изображена на рис. 60,*а*. Оно имеет такие же технические характеристики, как и предыдущий прибор. Кроме того, выключенное устройство не пропускает ток от аккумуляторной батареи при случайном подключении ее обратной полярностью.

Прибор состоит из понижающего трансформатора Т1, выпрямителя зарядного тока на диодах VD1, VD2, выпрямителя питания узла управления, фазо-

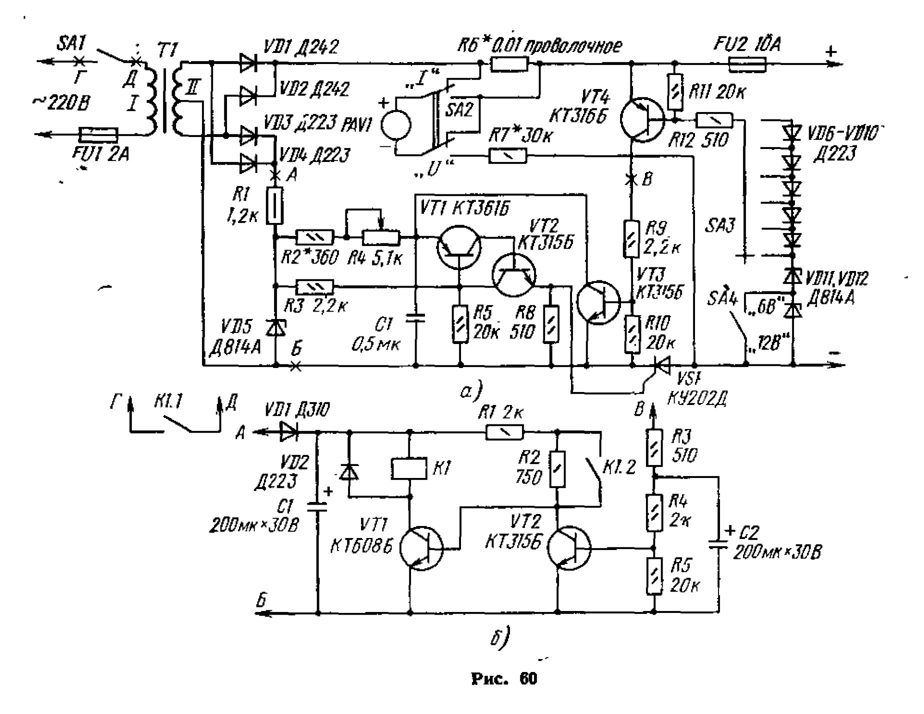


Рис. 60

импульсного узла управления тринистором на транзисторах VT1, VT2, тринистора VS1, узла автоматического выключения зарядного тока на транзисторах VT3, VT4 и диодах VD6—VD12 и измерительного узла напряжения и тока на переключателе SA2 и измерительном приборе PAV1.

Регулирование зарядного тока осуществляют переменным резистором R4, который включен в фазосдвигающую цепь узла управления тринистором. В начале каждого полупериода сетевого напряжения конденсатор C1 разряжен, транзисторы VT1, VT2 закрыты, а зарядный ток через батарею аккумуляторов не протекает. В каждом полупериоде напряжения конденсатор C1 заряжается через резисторы R1, R2, R4 до напряжения, которое поступает на базу транзистора VT1 с делителя R3, R5. При достижении этого напряжения через базовую цепь транзистора VT1 начинает протекать ток, который приводит к открыванию транзисторов VT1 и VT2. Импульс разрядки конденсатора C1 проходит по цепи управления тринистора и открывает его, пропуская ток зарядки через батарею аккумуляторов. Тринистор в каждом полупериоде закрывается, как только напряжение на батарее аккумуляторов оказывается большим напряжения, поступающего от трансформатора.

Узел автоматического выключения зарядного тока начинает работать, когда напряжение на батарее аккумуляторов достигает значения, установленного переключателями SA3, SA4. Напряжение срабатывания определяется обратным падением напряжения на стабилитронах VD11, VD12 (около 14 В) и прямым падением напряжения на диодах VD6—VD10 (около 0,6 В на каждом диоде). При достижении напряжения, установленного переключателями SA3, SA4, начинает протекать ток через резистор R12 и приоткрывает транзистор VT4. Это приводит к открыванию транзистора VT3 и шунтированию фазо-

сдвигающего конденсатора C1. При этом зарядный ток уменьшается до значения тока саморазрядки батареи аккумуляторов и напряжение на ней не повышается.

Измерительный прибор PAV1 в положении «*I*» переключателем SA2 подключается к резистору R6, являющимся шунтом при измерении зарядного тока. В положении «*U*» прибор подключается параллельно батарее аккумуляторов через добавочный резистор R7 и измеряет напряжение на ней.

При исполнении зарядного устройства по рис. 60,*а* первичная обмотка трансформатора не выключается из сети после окончания зарядки и через трансформатор протекает ток холостого хода. Зарядное устройство также можно выполнить и с выключением трансформатора после окончания зарядки. Для этого необходимо узел автоматического выключения собрать по схеме на рис 60,*б* и подключить его к указанным точкам на схеме на рис. 60,*а*. Транзистор VT3 и резисторы R9, R10 (рис. 60,*а*) при этом не используются.

После включения выключателя SA1 напряжение с вторичной обмотки трансформатора поступает на узел автоматического выключения (рис. 60,*б*). В связи с тем что транзистор VT2 закрыт, VT1 открывается, реле K1 срабатывает и контакты K1.1 блокируют контакты переключателя SA1. После этого для автоматического выключения прибора после зарядки батареи аккумуляторов выключатель SA1 необходимо установить в выключенное положение.

Устройство выключается из сети при достижении на батарее аккумуляторов напряжения, установленного переключателями SA3, SA4. При этом открываются транзисторы VT4 (рис. 60,*а*), VT2 (рис. 60,*б*) и закрывается VT1 (рис. 60,*б*). Реле K1 отпускает якорь, и контакты K1.1 размыкают цепь первичной обмотки трансформатора. Для уменьшения времени выключения реле использованы контакты K1.2 и резистор R2 (рис. 60,*б*). При размыкании контактов K1.2 ток базы транзистора VT1 скачкообразно уменьшается, что приводит к большему закрыванию транзистора и быстрому отпусканию якоря реле. Конденсатор C2 является фильтром пульсаций управляющего тока и устраняет дребезг якоря реле в момент выключения. Диод VD1 исключает поступление постоянного напряжения на узел управления тринистором, диод VD2 шунтирует опасные выбросы напряжения на коллекторе транзистора VT1, которые образуются на обмотке реле K1 при закрывании транзистора.

В зарядном устройстве можно применить диоды VD1, VD2 (рис. 60,*а*) любого типа на прямой максимальный ток не менее 5А; VD3, VD4 для второго варианта устройства на прямой максимальный ток не менее 300 мА, остальные диоды — кремниевые слаботочные любого типа. Транзисторы КТ315Б можно заменить транзисторами КТ312Б, транзисторы КТ361Б — транзисторами КТ352Б, транзистор КТ608Б — транзистором КТ603Б. Транзисторы из этих серий можно применить с любым буквеным индексом. Тринистор из серии КУ202 на максимальное пробивное напряжение не менее 50 В. Диоды VD1, VD2 (рис. 60,*а*) и тринистор необходимо расположить на радиаторах, мощность рассеивания которых: для каждого диода — не менее 5 Вт; для тринистора — не менее 10 Вт. Измерительный прибор на ток полного отклонения стрелки не более 1 мА. Переключатели SA1, SA2, SA4 — тумблер типа ТП1-2, SA3 — галетный на одно направление и не менее семи положений. Реле на номинальное напряжение обмотки 24 В, и ток не более 100 мА, например РВМ-2С. Контакты реле должны быть рассчитаны на коммутацию тока не менее 1 А при напряжении 220 В. Резистор R6 изготовлен из стальной прово-

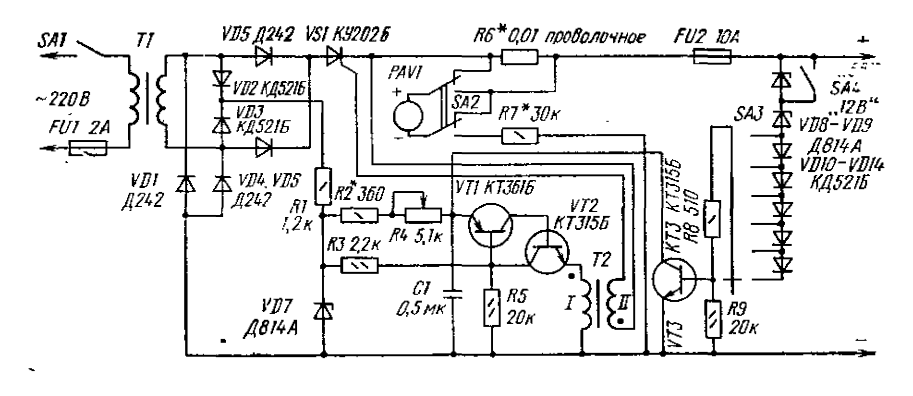


Рис. 61

локи диаметром 1,5—2 мм. Трансформатор Т1 мощностью 200—220 Вт, площадь поперечного сечения магнитопровода 18—20 см². Первичная обмотка содержит 600 витков провода ПЭВ-2 0,8 мм, вторичная обмотка — 2×50 витков провода ПЭВ-2 2,5 мм. Трансформатор можно использовать от блока питания старого телевизора. Его переделка описана в предыдущем варианте устройства.

При налаживании устройства следует подобрать резистор R2, чтобы в режиме максимального тока зарядки не происходил срыв плавного регулирования. Резистор R6 подбирают изменением длины проволоки. Для градуировки шкалы амперметра PAV1 в цепь зарядного тока включают образцовый амперметр и показания приборов сличают. Резистор R7 подбирают при подгонке показания вольтметра PAV1 соответственно показанию образцового вольтметра, включенного на выходные клеммы устройства. Стабилитроны VD11 и VD12 следует подобрать на напряжение стабилизации 7 В.

Подобное зарядное устройство с такими же техническими параметрами можно изготовить по схеме на рис. 61. В отличие от предыдущего, в нем использован трансформатор с вторичной обмоткой без отвода и диодный выпрямительный мост VD1, VD4—VD6 для зарядного тока. Кроме того, управление тринистором VS1 осуществляется от импульсного трансформатора Т2.

Выбор элементов и налаживание для этого варианта устройства аналогичны предыдущему. Трансформатор Т2 изготовляют на ферритовом кольце с площадью поперечного сечения магнитопровода не менее 15 мм². Его каждая обмотка содержит по 30 витков провода ПЭВ-2 0,2. Трансформатор Т1 имеет такие же данные, как в первом варианте зарядного устройства.

Устройства автоматического выключения аккумуляторов

При эксплуатации батарей аккумуляторов, используемых для питания радиоаппаратуры и устройств измерительной техники, необходимо следить за понижением на них напряжения и вовремя выключать нагрузку. Полная разрядка батареи кислотных аккумуляторов выводит ее из строя из-за необратимой сульфатации пластин. Для выключения нагрузки при понижении напряжения на батарее аккумуляторов ниже допустимого значения можно изготовить автоматическое устройство. При небольших токах нагрузки (до 1 А) такое устройство целесообразно собрать по бесконтактной схеме. Если

ток нагрузки превышает 1 А, автоматический выключатель проще изготовить с применением электромагнитного реле.

Принципиальная схема бесконтактного устройства автоматического выключения аккумуляторной батареи напряжением 12 В показана на рис. 62. Оно содержит транзисторы VT1, VT2, стабилитрон VD1 и токоограничивающий резистор R2. Если напряжение на аккумуляторной батарее превышает напряжение стабилизации стабилитрона, через резистор R2 и базовые цепи транзисторов протекает ток и они открыты. В этом случае через нагрузку протекает номинальный ток. При понижении напряжения на аккумуляторной батареи до напряжения стабилизации стабилитрона ток через базовые цепи транзисторов уменьшается до нуля, они закрываются и ток через нагрузку выключается.

В устройстве можно использовать кремниевые транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Стабилитроны можно применять из серии Д814 на соответствующее напряжение стабилизации. Применение низковольтных стабилитронов КС в устройстве недопустимо по причине значительного обратного тока этих стабилитронов при напряжении, значительно меньшем напряжения стабилизации. Если необходимо изготовить устройство выключения на напряжение менее 7 В, следует вместо стабилитрона применить несколько последовательно соединенных в прямом направлении кремниевых диодов малой мощности, например из серии КД521, КД503, КД509. Прямое падение напряжения при протекании малого тока на таком диоде составляет около 0,6—0,7 В.

Если во время выключения тока нагрузки на транзисторе VT1 выделяется мощность, превышающая паспортное значение мощности рассеивания без дополнительного теплоотвода, транзистор необходимо расположить на радиаторе. Максимальную мощность рассеивания на транзисторе VT1 при выключении нагрузки рассчитывают как произведение половины номинального тока на половину напряжения, при котором начинается выключение.

Если ток аккумуляторной батареи не превышает 20 мА, в устройстве могут быть применены транзисторы малой мощности, например из серии КТ315, КТ312 и т. п.

Принципиальная схема автоматического выключателя с применением электромагнитного реле для аккумуляторных батарей с большим разрядным током показана на рис. 63. Он содержит стабилитрон VD1, транзисторы VT1, VT2 и реле К1. По принципу действия устройство не отличается от бескон-

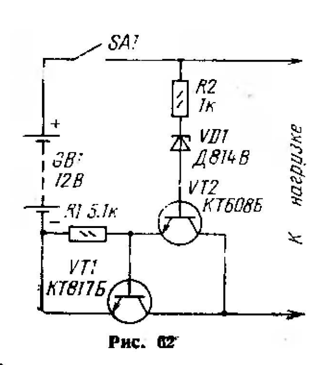


Рис. 62

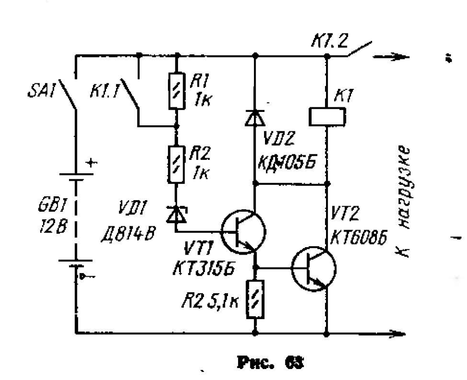


Рис. 63

тактного. Если напряжение на батареи аккумуляторов превышает напряжение стабилизации стабилитрона VD1, транзисторы VT1, VT2 открыты, и через обмотку реле протекает ток. При понижении напряжения на аккумуляторной батарее до напряжения стабилизации стабилитрона транзисторы закрываются, реле отпускает якорь и контакты K1.2 размыкают цепь нагрузки. В дальнейшем устройство не потребляет ток от аккумуляторной батареи и не производит ее разрядку. Для четкого отпускания якоря реле, что увеличивает срок его службы, а также повышает надежность работы устройства, использованы контакты K1.1 и резистор R1, которые в начальный момент отпускания якоря в 2 раза уменьшают базовый ток транзистора VT1.

Для устройства выбирают реле в зависимости от напряжения аккумуляторной батареи и ее разрядного тока. Например, для аккумуляторной батареи напряжением 12,6 В при токе нагрузки до 3 А можно использовать реле типа РЭС47, паспорт РФ4.500.419 или РЭС48, поспорт РС4.590.202, при токе нагрузки до 6 А — РЭС6, паспорт — РФ0.452.106. Транзистор VT1 на ток коллектора не менее 20 мА, VT2 — на ток не менее 200 мА. Статический коэффициент передачи тока в используемых транзисторах должен быть не менее 50.

Бестрансформаторные преобразователи напряжения

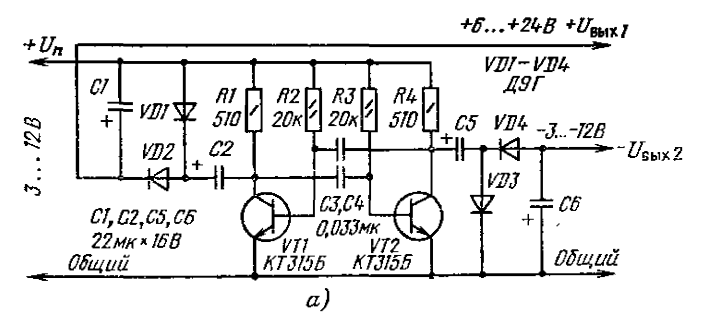
С помощью бестрансформаторных преобразователей можно получить разнополярные напряжения и повысить в несколько раз напряжение источника питания. В связи с тем что в бестрансформаторных преобразователях напряжение повышается за счет суммирования напряжений на конденсаторах, их целесообразно изготовлять для небольших токов нагрузки, которые не превышают 0,5 А.

На рис. 64,*а* показана принципиальная схема слаботочного однополупериодного бестрансформаторного преобразователя напряжения на ток нагрузки до 10 мА, который позволяет получать удвоенное или утроенное напряжение источника питания, а также напряжение обратной полярности. Преобразователь работает от источника постоянного тока напряжением 3...12 В и имеет КПД около 50%.

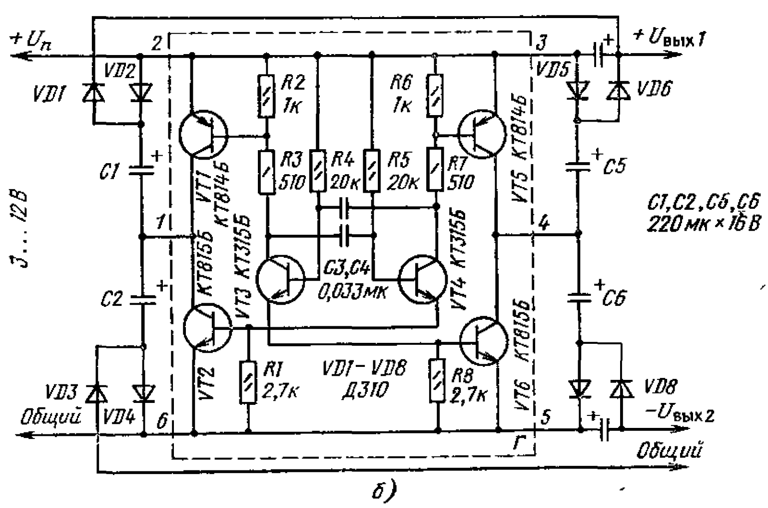
Устройство состоит из задающего генератора, собранного на транзисторах VT1 и VT2 по схеме мультивибратора, и двух удвоителей напряжения из диодах VD1—VD4 и конденсаторах C2 и C5.

При открытом транзисторе VT1 через диод VD1 заряжается конденсатор C2 до напряжения источника питания. После закрывания этого транзистора отрицательная обкладка конденсатора C2 через резистор R1 соединяется с плюсовым проводом источника питания. При этом на плюсовой обкладке конденсатора C2 образуется положительное напряжение по отношению плюсового электрода источника питания, которое через диод VD2 заряжает конденсатор C1. Таким образом, на выходе $+U_{вых1}$ получается удвоенное напряжение источника питания по отношению к общему проводу.

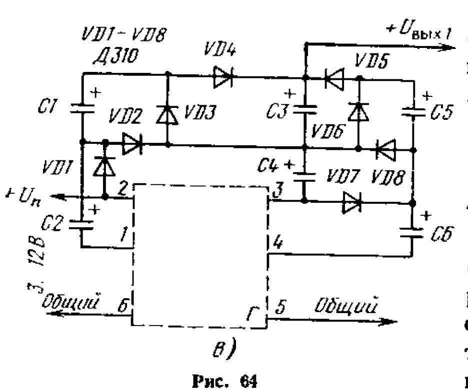
При закрытом транзисторе VT2 через резистор R4 и диод VD3 заряжается конденсатор C5 до напряжения источника питания. При открывании транзистора VT2 положительная обкладка этого конденсатора подключается к общему проводу устройства. На отрицательной обкладке конденсатора C5 образуется отрицательное напряжение по отношению к общему проводу преобразователя. От этого напряжения через диод VD4 заряжается конденсатор C6.



а)



б)



в)

Рис. 64

При этом на выходе $-U_{вых2}$ будет отрицательное напряжение по отношению к общему проводу, значение которого соответствует напряжению источника питания. Между выходами $+U_{вых1}$ и $-U_{вых2}$ будет приложено утроенное напряжение источника питания.

Для получения двухполупериодного преобразования, при котором удваивается нагрузочная способность по току, необходимо к транзистору VT1 дополнительно подключить узел удвоения, аналогичный подключенному к транзистору VT2 (C5, C6, VD3, VD4), а к транзистору VT2 — узел удвоения, подключенный к транзистору VT1 (C2, C2, VD1, VD2), и выходы этих узлов соответственно соединить. Конденсаторы C1 и C6 фильтра в этом случает будут общими на два полупериода преобразования.

На рис. 64,б изображена схема двухполупериодного бестрансформаторного преобразования напряжения с транзисторными ключами, рассчитанного на ток нагрузки до 0,5 А. С выходов преобразователя можно снимать удвоенное или утроенное напряжение источника питания, аналогично первому варианту устройства.

Задающий генератор Г собран по схеме мультивибратора на транзисторах VT3 и VT4. Транзисторы VT1, VT2 и VT5, VT6 использованы для усиления тока транзисторов мультивибратора и работают в ключевом режиме. В один полупериод мультивибратора открыты транзисторы VT1, VT3 VT6. В это время конденсаторы C2 и C5 заряжаются, а C1 и C6 разряжаются. В другой полупериод эти транзисторы закрываются, а транзисторы VT2, VT4, VT5 открываются, конденсаторы C1 и C6 заряжаются, а C2 и C5 разряжаются. Зарядка конденсаторов происходит через диоды VD2, VD4, VD5, VD7, разрядка — через VD1, VD3, VD6, VD8.

Преобразователь можно собрать с конденсаторным умножителем напряжения по схеме, показанной на рис. 64,в. С выхода $+U_{\text{вых1}}$ поступает почти утроенное напряжение источника питания при токе нагрузки около 200 мА. При увеличении ступеней умножения напряжения допустимый ток нагрузки преобразователя уменьшается.

Бестрансформаторный преобразователь можно собрать с задающим генератором на микросхеме, как показано на рис. 65. Диодом VD1 устанавливается скважность мультивибратора на элементах DD1.1 и DD1.2, равная 2. При напряжении высокого уровня на выходах элементов DD1.3 и DD1.4 открыты транзисторы VT2, VT4 и заряжается через диод VD2 конденсатор C2. После переключения мультивибратора в другое состояние, при котором на выходных элементах устанавливается напряжение низкого уровня, открываются транзисторы VT1, VT3, и через диод VD3 заряжается конденсатор C3 до напряжения источника питания. Суммарное напряжение на конденсаторах C2, C3 соответствует удвоенному напряжению источника питания.

Коэффициент полезного действия преобразователей с транзисторными ключами — около 50%. Непроизводительные потери в преобразователе происходят в основном во время переключения транзисторов. Для повышения КПД преобразователей следует использовать в них высокочастотные транзисторы и диоды. Транзисторы должны работать в режиме неглубокого насыщения и иметь статический коэффициент передачи тока не менее 50. Диоды при небольшом напряжении питания желательно применять германиевые, посколь-

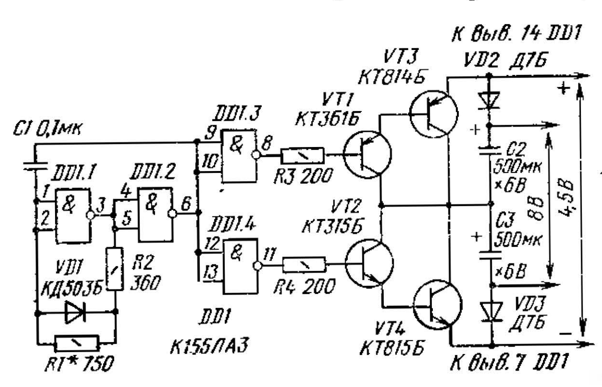


Рис. 65

ку они имеют меньшее прямое падение напряжения по сравнению с кремниевыми.

При налаживании преобразователей необходимо временно отключить обратную положительную связь в мультивибраторе, отсоединив один из конденсаторов: на рис. 64,*а*,*б* — С3 или С4; на рис. 65 — С1. Затем подбором резисторов в базовых цепях транзисторов установить их в режим, при котором напряжение коллектор — эмиттер не превышает 0,5 В.

СОВЕТЫ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

При изготовлении устройств в бытовых условиях необходимо выполнить много технологических операций, знание которых значительно сокращает время конструирования, повышает надежность работы устройства и улучшает его внешний вид. Изготовление конструкции можно разделить на следующие технологические этапы: разработка принципиальной схемы, макетирование, изготовление печатной платы, монтаж элементов на плате, налаживание, изготовление корпуса.

При разработке принципиальной схемы следует ознакомиться с литературой по этой тематике и при возможности использовать нужный материал для своей разработки. Это значительно сократит время макетирования и налаживания устройства.

После разработки принципиальной схемы целесообразно провести макетирование. Его начинают с составления перечня необходимых элементов.

При подготовке элементов производят намотку трансформаторов и дросселей. Число витков сетевой обмотки трансформатора удобно определять по приближенной формуле: умножают значение промышленной частоты, выраженное в герцах (50), на напряжение сети, выраженное в вольтах (220 или 127), и делят на площадь поперечного сечения магнитопровода, выраженную в квадратных сантиметрах. Число витков вторичных обмоток рассчитывают исходя из коэффициента трансформации и КПД (0,95), для чего число витков первичной обмотки умножают на напряжеине вторичной обмотки, и полученное произведение делят на напряжение сети и умножают на 0,95. Сечение проводов выбирают из условия допустимой плотности тока 2 А/мм^2.

Намотку обмоток трансформатора при отсутствии намоточиого станка удобно производить ручной дрелью. Для этого по размерам отверстия катушки изготовляют деревянную вставку и просверливают в ней отверстие для болта. Затем в отверстие катушки помещают вставку, а по обеим сторонам катушки располагают пластинчатые накладки с отверстиями. После этого в отверстия накладок вставляют болт и стягивают гайкой. Свободный конец болта зажимают в патроне дрели, которую закрепляют в тиски и производят намотку обмоток. Для удобства счета число витков обмоток предварительно пересчитывают в число оборотов ручки дрели.

Намотку обмоток тороидального трансформатора или дросселя удобно производить шпулькой. Ее изготовляют из стальной проволоки, загибая концы по форме буквы «Ч». Шпулька с намотаниым проводом должна свободно проходить через отверстие сердечника. Для ускорения намотки обмоток на ферритовом тороидальном сердечнике его разламывают на два полукольца. Разламывать кольцо нужно так: с двух сторон кольца на месте желаемого

разлома делают наждачным кругом или бруском небольшие надпилы. Затем кладут кольцо на твердую поверхность, с одной стороны подкладывают металлическую пластину толщиной 1—1,5 мм и нажимают на место перелома кольца твердым предметом, плавно увеличивая усилие до момента перелома. Следует иметь в виду, что феррит очень хрупкий материал и при несоблюдении особых мер при разломе он может раскрошиться на мелкие кусочки. После намотки обмоток полукольца склеивают клеем БФ-2. Если необходимо иметь малое магнитное сопротивление в зазорах, необходимо клей смешать с порошком феррита, который можно получить при трении кольца о наждачный брусок. При намотке обмоток на ферритовое кольцо следует намотать слой лакоткани, так как острые углы кольца могут нарушить изоляцию провода, а поскольку некоторые марки феррита имеют сопротивление несколько десятков килоом, то образуется гальваническая связь между обмотками.

После компоновки элементы распаивают на макетной плате. Следует иметь в виду, что расположение элементов на макетной плате должно примерно соответствовать их расположению на печатной плате. Это связано с тем, что на некоторые элементы оказывают влияние электрическое поле от других цепей тока, а также напряжения цепей питания. При несоблюдении этих мер может произойти, что налаженный на макете прибор окажется неработоспособным на печатной плате. Макетирование удобно проводить на специальной монтажной плате.

Монтаж микросхем удобно выполнять паяльником малых размеров. При отсутствии такого паяльника следует выточить насадку на наконечник, диаметр рабочей части которой должен быть 2,5 ... 3 мм, или проточить рабочую часть наконечника до такого же диаметра. Нагревательный элемент должен быть на напряжение не более 36 В. Поскольку в процессе эксплуатации изменяется сопротивление нагревательного элемента паяльника, целесообразно его источник питания подключать к регулятору мощности. Температура паяльника должна быть такой, чтобы при касании наконечником легко расплавлялись маленькие кусочки припоя, а время испарения применяемого флюса составляло не менее 5 с.

При пайке в бытовых условиях пользуются спиртоканифольным флюсом или твердой канифолью. Для приготовления флюса нужно одну весовую порцию мелко натертой канифоли смешать с двумя порциями этилового спирта. Не допускается элементы радиоаппаратуры паять кислотным флюсом, поскольку при этом образуется проводящий слой между проводниками платы, и нормальная работа устройства нарушается. К тому же удаление такого проводящего слоя с помощью промывки спиртом иногда не дает положительного результата, а металлические поверхности, покрытые пленкой кислотного флюса, со временем образуют окислы, которые нарушают режимы работы устройства.

При пайке тонких обмоточных проводов необходимо удалять с их концов слой эмали. Делать это механическим путем недопустимо, так как происходит частый обрыв провода или некачественная зачистка. Для удаления слоя эмали и лужения конца провода нужно его несколько раз протянуть под жалом нагретого паяльника, под которым находится полихлорвинил или твердая кислота (аспирин, пищевая лимонная кислота и т. п.). Следует иметь в виду, что расплавленный полихлорвинил и аспирин выделяют вредные для здоровья токсичные газы.

Для исключения образования разнопотенциальных проводников от зарядов статического электричества целесообразно на ручку паяльника намотать несколько витков тонкого провода без изоляции (можно металлической ленты) и соединить с металлической частью паяльника. Принятие таких мер уменьшит вероятность выхода из строя от действия статического электричества монтируемых элементов.

После проверки работоспособности устройства на монтажной плате и установки нужных режимов работы элементов приступают к изготовлению печатной платы. Ее размер определяется числом и размерами располагаемых на ней элементов, возможной плотностью монтажа, толщиной печатных проводников и другими специфическими условиями. Рисунок печатной платы с расположенными на ней элементами выполняют на миллиметровой бумаге. При использовании в устройстве элементов только с сравнительно большими размерами, рисунок печатной платы можно выполнить на ученической бумаге в клетку. При расположении элементов необходимо учитывать следующее. Проводники питания сначала следует подводить к сильноточным узлам. Ширину печатного проводника выбирают из расчета протекающего тока — 1 А на 1 мм ширины, но не менее 1 мм. Печатные проводники меньшей ширины в радиолюбительской практике используют редко из-за сложности их получения в бытовых условиях. На печатных платах усилительных устройств во избежание возникновения положительной обратной связи, приводящей к самовозбуждению, не допускается проводники входных каскадов располагать рядом с выходными. Элементы, выделяющие при работе значительное количество тепла, располагают таким образом, чтобы они не нагревали другие. При компоновке элементов на печатной плате необходимо также учитывать возможность свободного доступа к любому элементу при ремонте устройства.

Согласно рисунку печатной платы из фольгированного стеклотекстолита вырезают заготовку. Для средних и больших плат толщина стеклотекстолита должна быть 2—2,5, для малых 1—1,5 мм. Для сложных устройств печатные платы удобно изготавливать из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. Фольгированный гетинакс для радиолюбительских печатных плат использовать не рекомендуется, поскольку нагретый печатный проводник в процессе пайки элементов часто отслаивается. Заготовку из стеклотекстолита удобно вырезать ножницами для резки металла.

После обезжиривания спиртом или другим растворителем фольгированного слоя на заготовку переносят рисунок проводников печатной платы. Это можно выполнить разными способами: копированием через копировальную бумагу, графическим способом с предварительной разметкой точек крепления элементов, фотоспособом, химическим способом и т. д. До перенесения рисунка копированием для получения хорошей четкости линий необходимо заготовку на 1...2 мин опустить в раствор хлорного железа, после чего промыть ее в проточной воде и вытереть сухой ветошью. При графическом способе перенесения рисунок накладывают на заготовку и в местах пайки выводов элементов на фольгированном слое наносят метки с помощью острого предмета, например шила. Затем рисунок на бумаге снимают и карандашом чертят печатные проводники на фольгированном слое.

Рисунок печатных проводников можно перенести и фотоспособом. Для этого рисунок печатной платы необходимо выполнить черной тушью на кальке и с фольгированного проводника заготовки снять окись, протерев его, напри-

мер, ученической стиральной резинкой. Затем рисунок нужной стороной накладывают на заготовку, прижимают стеклом и освещают около часа с расстояния 10 ... 15 см лампой накаливания, мощность которой 200—300 Вт. При этом фольгированный освещенный слой окисляется и темнеет, затемненный тушью — остается светлым. На изображение печатных проводников во избежание окисления необходимо в течение суток нанести слой водонерастворимого состава, а затем заготовку протравить.

Для перенесения рисунка печатных проводников химическим способом необходимо на бумаге стеклянным рейсфедером нанести хлорным железом зер-[illegible]ное изображение рисунка печатной платы. Затем этот рисунок высушить, [illegible] увлажнить, наложить на фольгированный слой заготовки и на 15 ... 20 мин прижать стеклом.

После нанесения рисунка на заготовку ненужный фольгированный проводник следует удалить. На простых печатных платах это проще делать механическим путем, вырезая печатные проводники концом ножа. Нож следует держать под острым углом к печатному проводнику. Ненужный слой фольги удаляют путем отслоения при механическом натяжении подрезанных участков.

Печатную плату с большим числом проводников проще изготовить химическим способом. Для этого перенесенный на фольгированный слой рисунок проводников покрывают цветным водонерастворимым составом — нитрокраской, цапон-лаком, клеем и т. п. Наносить защитный состав на фольгированный слой можно с помощью рейсфедера, ученической ручки, тонкой виниловой трубочки, надетой на стержень карандаша, и т. п. После высыхания защитного состава заготовку погружают в травильный раствор. Для ускорения процесса травления заготовка должна находиться в верхней части раствора фольгированным слоем вниз. При этом под заготовкой не должно быть воздушных пузырей. Температуру раствора лучше поддерживать около 30° С. При повышенной температуре травление фольгированного слоя происходит быстрее, но иногда края защитного слоя отслаиваются и качество печатной платы снижается.

Для травления применяют водный раствор хлорного железа, но при его отсутствии можно пользоваться и другими растворами, например раствором перекиси водорода, соляной (можно серной) кислоты и воды. При 30%-ной перекиси водорода травильный раствор составляют в следующей пропорции: одну часть перекиси водорода разбавляют в одной части соляной кислоты и добавляют две части воды. Составлять такой раствор и работать с ним рекомендуется только на открытом воздухе, поскольку его пары очень токсичны. При составлении раствора и работе с ним следует использовать резиновые перчатки и соблюдать особые предосторожности, так как соляная (серная) кислота и перекись водорода при попадании на организм вызывает ожоги.

После травления плату промывают в проточной воде. Затем растворителем удаляют защитный слой на печатных проводниках. Цапон-лак можно удалить под струей горячей воды. Перед лужением печатные проводники для снятия окиси протирают ученической стиральной резинкой. В бытовых условиях лужение платы проще произвести паяльником с хорошо заточенным и залуженным наконечником. При лужении нельзя допускать перегрев печатных проводников.

Список литературы

Бирюков С. А. Цифровые устройства на интегральных микросхемах. — М.: Радио и связь, 1984. — 84 с.

Борноволоков Э. П., Васильев В. В. Радиолюбительские схемы. — Киев: Техніка, 1982. — 383 с.

Борисов В. Г. Блочный приемник начинающего радиолюбителя. — М.: Радио и связь, 1987. — 72 с.

Вдовикин А. И. Занимательные электронные устройства. — М.: Радио и связь, 1981. — 80 с.

Горошков Б. И. Радиоэлектронные устройства/Справочник. — М.: Радио и связь, 1984. — 400 с.

Дробница Н. А. 30 схем радиолюбительских устройств. — М.: Радио и связь. 1982. — 48 с.

Дробница Н. А. Автоматика в быту. — Киев: Техніка, 1984. — 71 с.

Дробница Н. А. Электронные устройства для радиолюбителей. — М.: Радио и связь, 1985. — 48 с.

Иванов Б. С. Электроника в самоделках. — М.: ДОСААФ, 1981. — 240 с.

Пономарев Л. Д., Евсеев А. Н. Конструкции юных радиолюбителей. — М.: Радио и связь, 1985. — 80 с.

Партин А. С., Борисов В. Г. Введение в цифровую технику. — М.: Радио и связь, 1987. — 103 с.

Флинд Э. Электронные устройства для дома: Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 78 с.

Содержание